TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 146-Abril-1944

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

Granulados de mármores
para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN

Rua D. Estefania, 42
Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:
PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS
REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

NÚMERO
146
Abril — 1944

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ DE LUCENA
ADMINISTRADOR
FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES
BIBLIOTECÁRIO
ANTÓNIO BUSTORFF
CORPO REDACTORIAL
Eduardo de Abreu Nunes
Jorge Trigo Mira
Manuel dos Santos Rézio
António da Silva Salta
Luíz Pinto Elyseu
Secção de Publicações
Fernando Blanqui Teixeira

NÚMERO AVULSO 6$00
ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	16$00	30$00	58$00
Colónias, Portuguesas e Espanha	—	40$00	70$00
Estrangeiro	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

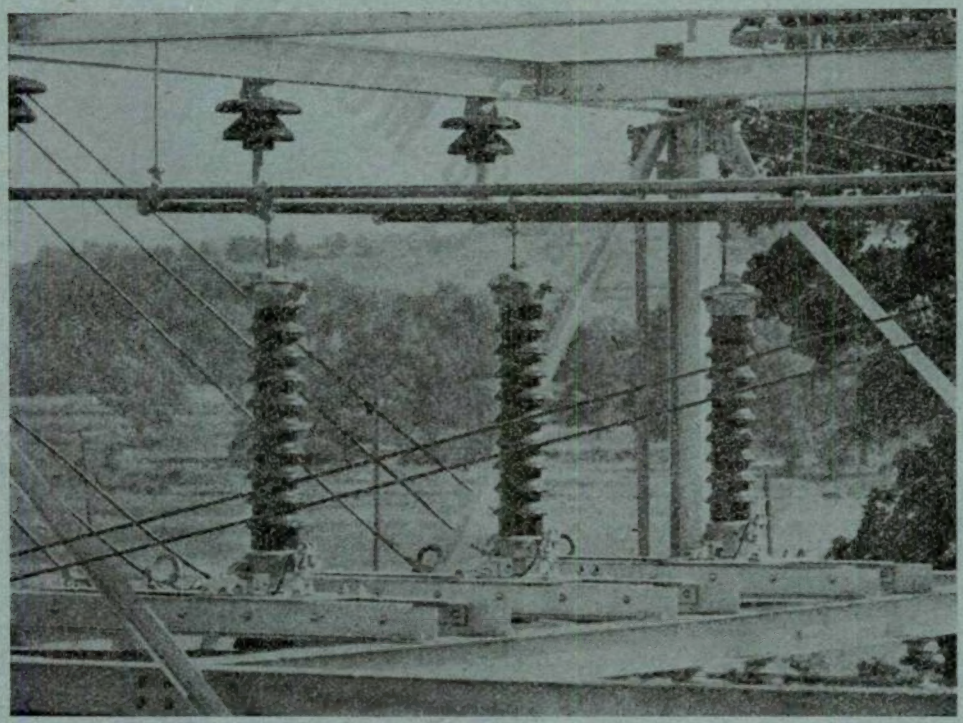
CAPA — Transporte dum pilar da ponte-cais da Matinha

		Págs.
O Problema social da habitação	Eng.º Vicente Ferreira	785
Nova simplificação do método de cálculo das turbinas mixtas (Francis)	Eng.º Mec. Manuel P. R. da Costa de Barros	791
O «Medidor de Momentos» e a sua aplicação a modelos de estruturas a duas dimensões	Eng.º Civil Eduardo Alberto Henriques dos Reis	797
Dispositivos modernos empregados no equipamento de rêdes de irrigação ao ar livre	Eng.º Civil Carlos Vecchi Pinto Coelho	814
Fiscalização de Obras Públicas	Eng.º Civil Horácio de Moura	819
A propósito do artigo sôbre a determinação das deformações na barragem de Santa Luzia	Pedro A. Nunes	833
Pontos de exames de aptidão		835
Do Mundo Técnico		843
Bibliografia		847
Publicações recebidas		847

STABILO
STABILO
STABILO
STABILO
SCHWAN
Bleistift-Fabrik A-G.
NÜRNBERG
Lápis de desenho
em 18 graduações 7 B — 9 H
Lápis de côr
O utensílio precioso em 24 côres
Novidade: STABILO Cellomin D. R. P.
O lápis-tinta com a mina especial
resistente às influências climáticas
Representante:
A. Ferreira da Silva, Pôrto.
Rua Alexandre Braga, 82. Tel. 6132

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Aparelhos de protecção «THYRITE» contra sobretensões

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

O AÇO será a base do MUNDO FUTURO

UNITED STATES STEEL EXPORT COMPANY

30 Church Street, Nova-York — E. U. A.

AO SERVIÇO DO MUNDO

■

DISTRIBUIDORES GERAIS EM PORTUGAL

(excepto para tubos)

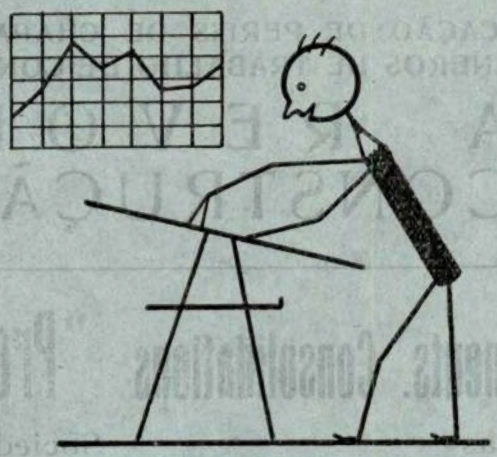
SANTOS MENDONÇA, L.DA

LISBOA PÔRTO

A-PESAR-DE TÔDAS AS DIFICULDADES

continuamos a bem servir no fornecimento de
APARELHOS DE PRECISÃO E ACESSÓRIOS
PAPELARIA E LIVRARIA TÉCNICAS
para

Engenheiros	Topógrafos	Escolas	Escritórios
Arquitectos	Desenhadores	Laboratórios	Repartições
Construtores	Estudantes	Fábricas	Observatórios



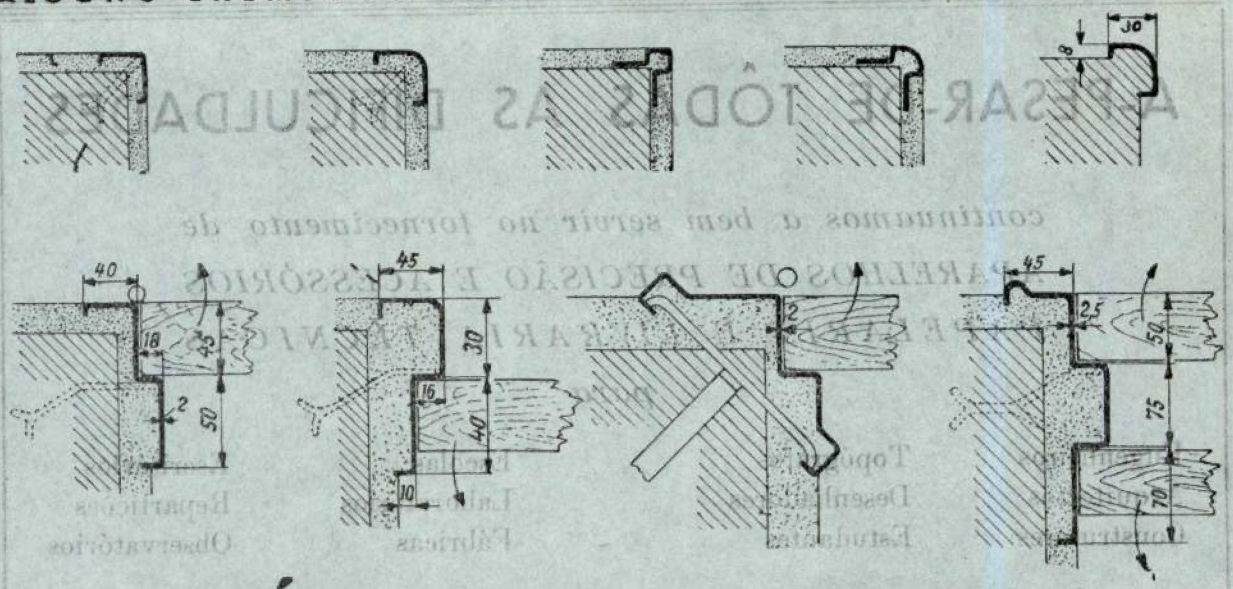
PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

R. Eugénio dos Santos, 75 / LISBOA / Telef. 24314-15

Quando a normalidade voltar, poderemos corresponder ainda melhor à preferência que temos conquistado nestes tempos difíceis

ATRAVÉS DE MUITOS ESFORÇOS

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GENEROS DE TRABALHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

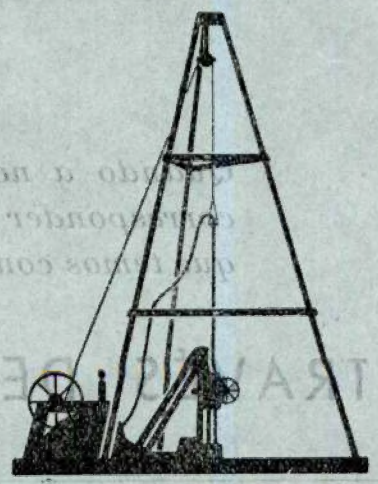
UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Sondages. Etanchements. Consolidations **"Procédés Ródio"**

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shell-perm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «cement gun»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2°—LISBOA Tel. 2 8685

TÉCNICA

JOSÉ DE LUCENA
DIRECTOR

ANO XIX - N.º 146 ABRIL 1944

Cumpre à Técnica *— revista de alunos de uma Escola de Engenharia que não pode alhear-se dos deveres que a sua própria função lhe impõe — desenvolver uma acção cultural que, longe de visar a exclusiva preparação técnica do engenheiro, deverá, antes, abranger tôdas aquelas manifestações do espírito que contribuam, de qualquer modo, para a sua formação geral, de cuja profundidade e solidez depende em grande parte o bom êxito da sua missão. E não poderá dizer-se que não há muito que realizar, sobretudo muito que «despertar», neste campo. Por um complexo conjunto de circunstâncias, o estudante de Engenharia vive numa despreocupação, quási total, dos problemas gerais mais importantes, daqueles problemas a que a sua futura actividade profissional conduz inevitàvelmente, e em que, a par duma bem ordenada bagagem técnica, se lhe exige uma eficiente preparação moral, económica e social.*

É para o preenchimento desta lacuna que a Técnica *lança mais uma vez o seu esfôrço, procurando inserir em todos os seus números um artigo sôbre qualquer assunto de carácter geral, relacionado com a actividade profissional do engenheiro. Êste esfôrço, que é grande, só será eficaz se nos fôr prestado aquele apoio que mais necessitamos: o do corpo docente do Instituto.*

Ao nosso apêlo correspondeu já, em boa hora, o Professor Vicente Ferreira, a quem apresentamos os nossos sinceros agradecimentos. O seu nome constitue para nós e para os nossos leitores a garantia do êxito inicial do nosso empreendimento.

O PROBLEMA SOCIAL DA HABITAÇÃO

PELO ENG.º VICENTE FERREIRA
PROF. DO I. S. T.

As raposas têm suas covas, e as aves do céu têm seus ninhos, mas o Filho do homem não tem onde reclinar a cabeça.

(S. Lucas, IX-58)

1. — Depois do «pão nosso de cada dia», a maior necessidade que a natureza impôs ao homem foi a da habitação. Superior e mais geral que a do vestuário. Há tríbus que não se vestem! De nenhuma corre notícia de que não tenha casa, embora rudimentar; embora reduzida à caverna natural ou por mão do homem escavada — como as dos trogloditas pré-históricos ou a dos *cavernícolas* do Sul da Espanha — ; embora formada por simples entrançados de ramagens — como as cabanas dos pigmeus da floresta africana. De tôdas as misérias que o Filho do Homem sofreu na Terra, só de uma se queixou — não ter casa como as raposas do monte ou as aves do céu.

Não há manual de Etnografia nem tratado de Geografia Humana que não consagre

alguns capítulos às habitações e suas modalidades. Elas dão à face da Terra a sua feição humana.

Nos países de mais adiantada cultura — os que, por jactância, chamamos civilizados — as habitações são fixas e de tal arte construídas e com tão próprios materiais, que duram anos quando não séculos. Nestas fábricas se acumulam riquezas que passam de geração a geração; constituem talvez, depois dos rebanhos e manadas, a forma mais antiga de capitalização.

Por que muito duram, as casas são caras e por serem caras nem todos possuem riqueza bastante para as construir; mas todos os homens, por imposição da própria natureza física e fôrça das leis sociais, devem ter habitação. A Polícia — entenda-se a Ordem Social — manda arrolá-los pelas casas onde habitam; isto é, pelo *domicílio,* que se imagina permanente. Dos deserdados de fortuna e dos vagabundos se diz que «não têm domicílio certo» e êsses tais se consideram, por consenso unânime, terem descido ao mais baixo nível a que, numa sociedade civilizada, um dos seus membros pode descer.

Mas o homem laborioso que não pode acumular poupanças para comprar a *sua* casa, vê-se então forçado a tomá-la de arrendamento a outros que, mais favorecidos de bens materiais, muitas possuem que não habitam.

Formam-se assim duas classes — a dos inquilinos e dos senhorios; os primeiros dependentes dos segundos para a satisfação de uma exigência biológica e social tão imperiosa como a do «pão para a bôca». Da dependência à sujeição vai um passo; nas sociedades modernas esta pequena distância vencem-na, com demasiada freqüência, o egoísmo e a necessidade.

Veremos, em breve, as conseqüências graves para a paz social desta aberração económica.

2. — Mostram os sociólogos e os geógrafos — que são também sociólogos a seu modo — que duas tendências opostas solicitam o homem que tem de eleger na terra lugar para a sua casa. O espírito gregário ou de sociabilidade leva-o a edificar a casa na vizinhança de outras casas e, dêste modo se formam as grandes vilas e cidades; as conveniências do trabalho agrícola e, mais fortemente ainda, a *posse* da terra levam-no a situar a casa perto do *seu* campo ou, mesmo dentro dêle, criando a aldeia, a povoação dispersa, o casal isolado e o «monte». À casa da cidade *(urbs)* corresponde a *habitação urbana;* à do campo *(rus)* a *habitação rural;* dois tipos de habitação com seus requisitos próprios — materiais, jurídicos e económicos — que originam dois problemas paralelos, de cuja resolução satisfatória dependem a saúde, a riqueza e o bem-estar dos indivíduos e das famílias e a prosperidade da nação.

Dos dois problemas o mais grave é, com certeza, o da habitação urbana, porque esta mais profundamente influe na saúde e na moral dos indivíduos, na constituïção da família, na produtividade do trabalho, na higiene pública e na própria ordem social. A habitação rural pode denunciar miséria, abandono e ignorância maiores, porventura, que as da cidade; mas o seu relativo isolamento atenua-lhe as influências nocivas limitando-as ao agregado familiar que nela vive, em regra mais unido e consistente que o dos centros densamente povoados.

Só da habitação urbana nos ocuparemos nestas breves notas.

3. — O problema da habitação urbana, que já existia na velha Roma, passou quási despercebido aos homens de Estado dos séculos passados, porque o jôgo natural dos interêsses o resolvia melhor ou pior. E talvez, também, porque só tomou a agudeza ameaçadora da paz social, que hoje apresenta, depois que o advento das grandes indústrias criou o proletariado e, com êle, as grandes acumulações humanas dos modernos centros urbanos e industriais.

Nestes grandes centros se aglomeram, por exigências da nossa organização económica, as multidões heterogéneas dos assalariados e empregados por conta de outrem, que dependem, para viver, de proventos avaramente contados. Nenhumas esperanças lhes parecem realizáveis de poderem um dia adquirir, comprando-a, a habitação familiar.

Sentem-se condenados a serem eternos inquilinos. O seu número cresce, dia a dia, com o alargamento das funsões do Estado e os progresos da actividade económica.

É certo que aumentou, também, por esta última causa, o número dos que enriqueceram e aplicam os capitais na construção de casas de rendimento, mas o número destas cresce proporcionalmente menos do que o das famílias que as procuram. Pode acrescentar-se que nos países civilizados — apesar das guerras devastadoras do presente século — o número de habitantes e de famílias aumenta mais ràpidamente que o de habitações construídas.

Por outro lado, o custo das construções subiu, apesar de todos os progressos da técnica e da organização do trabalho, porque são maiores as exigências mínimas de espaço, de comodidade, de protecção, de ar, de luz e de higiene, que a civização requere e o Estado impõe, em nome da saúde pública, da ordem e do bem-estar geral.

Desta conjungação de causas — maior procura e maios custo das construções — resultou o aumento progressivo das rendas e, por conseqüência, maior percentagem dos salários e dos ordenados poupada nos outros gastos essenciais à vida, para aplicar-se à renda da habitação. E assim prosseguindo, tempo chegou — e não é recente — em que duas ou mais famílias se juntaram na mesma habitação, com todos os inconvenientes morais, físicos e sociais da promiscuïdade, não sendo o menor dêles o enfraquecimento da própria instituïção da família. Outras, as mais pobres — por serem, porventura, mais numerosas — tiveram mesmo de se contentar com escusos tugúrios, sem espaço, sem ar e sem luz. Por fim — como se via em Lisboa há pouco tempo — numerosas foram as que transbordaram dos bairros próprios para acamparem nos terrenos vagos dos arrabaldes.

O que, tudo, é bem sabido e só o registamos para servir de introdução a algumas referências às tentativas recentes, feitas em Portugal, para resolver o problema da habitação urbana e cujo bom êxito — a nosso ver — muito depende da intervenção dos engenheiros portugueses.

4. — Nos países ou regiões, onde predomina a actividade agrícola, predominam, naturalmente, as habitações rurais isoladas ou reünidas em pequenas vilas e aldeias.

Todavia, em Portugal, que se diz de economia agrícola, o problema da *habitação urbana* revelou-se, nas últimas décadas, com gravidade não muito inferior à que atinge nos países de grande indústria.

Pode, talvéz, encontrar-se a explicação de fenómeno neste *facto demográfico*. Portugal (Continente) tem 7.200:000 habitantes; mas dêstes, 704.000 — 10 por cento — aglomeram-se na cidade de Lisboa. A cidade do Pôrto contém, apenas, 263.000 habitantes ou cêrca de 3,6 por cento. Das restantes capitais de distrito nenhuma atinge 100.000 habitantes.

Em Lisboa — o maior centro industrial e comercial do País e «cabeça do Império» — onde predominam os operários e empregados por conta de outrem, a crise da habitação provém, sobretudo, do crescimento rápido da população; no Pôrto ela tem por causa, principalmente, a densidade excessiva de população nos velhos bairros. Mas sejam iguais ou diferentes as causas — o que só um inquérito pode esclarecer [1] — as conseqüências aparecem idênticas: rendas altas, casas impróprias, acumulação de famílias, promiscuïdades deletérias e miséria.

Sem muito considerar se vê que a resolução do problema não é fácil nem barata, nem pode confiar-se, sem mais cuidados, ao jôgo natural dos interêsses particulares. Aliás tê-lo-ia já resolvido por si próprio. Trata-se, como se disse, de grave problema social, que é também de Ordem, *lato sensu*; difícil será fazê-lo sair do âmbito das atribuïções do Estado.

---

[1] Dois inquéritos se fizeram recentemente à habitação portuguesa: o *Inquérito Habitacional* que a Direcção Geral de Saúde Pública realizou entre 1937 e 1940 em duas freguesias de Lisboa — Santos e Camões — e o *Inquérito à Habitação Rural*, promovido pela Universidade Técnica (Instituto Superior de Agronomia), cujo 1.º volume apareceu em 1943. Ambos merecem ser lidos pelos engenheiros portugueses, porque são modelos de organização e método, e porque muito esclarecem os aspectos, técnico, financeiro e social, que hão-de considerar-se para bem resolver os dois problemas citados.

Em Portugal assim se tem pensado e é já importante, pelo conteúdo e originalidade de algumas soluções, a legislação publicada [1].

Os conceitos morais e sociáveis por que se orientaram os legisladores portugueses, nos últimos anos, podem resumir-se nas seguintes alíneas:

a) Se a família constitue, na nossa civilização, o agregado fundamental da sociedade, tôdas as leis que tendam a consolidar os laços familiares são justas e necessárias;

b) A habitação familiar — o fogo ou lar —, para que contribua para aquele fim, deve ser independente, isto é, separada ou isolada dos outros lares; tôdas as promiscuïdades são nocivas, física, social e moralmente;

c) Nenhuma conveniência de ordem material ou interêsse económico pode justificar qualquer derrogação dêste princípio; respeitá-lo e fortalecê-lo representa *sempre* maior e mais geral proveito para a sociedade do que a acumulação de bens materiais;

d) Se o predomínio desregrado do puramente económico sôbre o social e moral produziu, no período de civilização que está findando, a obliteração daquele princípio e a conseqüente e perigosa desagregação social que dela deriva, deve o Estado promover, com todos os poderosos meios de acção de que hoje dispõe, a necessária reintegração;

e) Um dos meios de alcançar esta reintegração consiste, precisamente, em facilitar, com legislação social e auxílios financeiros apropriados, a atribuïção de um fogo ou lar independente a cada família que não o possua, tendo em conta, como é natural — que o mesmo é dizer, inevitável —, a diferenciação de classes, baseada na educação e rendimentos do agregado familiar;

f) Por não ser conforme com a moral social a cedência gratuita de uma habitação a cada família, nem ser possível — na fase actual da evolução económica do mundo — elevar os rendimentos de tôdas as famílias ao nível mínimo necessário para que cada uma delas possa adquirir, pelas formas correntes, a propriedade perfeita de uma habitação, só pode resolver-se o problema social enunciado se o Estado facilitar a cada família o pagamento do preço da casa pela integração de parcelas mínimas mensais poupadas no rendimento mensal do agregado familiar, sem prejuízo dos gastos indispensáveis com a alimentação, vestuário e educação dos filhos; a experiência mostra que se respeitará esta condição se a prestação mensal não exceder 1/6 ou 1/5 daquele rendimento;

g) Esta forma de resolução do problema enunciado pressupõe, como é óbvio, que qualquer entidade detentora de capitais disponíveis adianta a soma necessária para a construção da casa; admite-se que o Estado, as câmaras municipais, as corporações administrativas, os organismos corporativos e de coordenação económica e certas sociedades ou emprêsas particulares podem — e, em rigor, *devem* — adiantar os capitais necessários para a construção;

h) A fixação da renda ou prestacão mensal deve fazer-se em função dos rendimentos do adquirente, em vez de o ser em função da taxa de juro corrente e do prazo de amortização dos capitais despendidos. A solução do problema perde, dêste modo, o carácter capitalista; considera-se, todavia, que mediante certas desonerações fiscais e auxílios financeiros, há possibilidade de dar ao problema da casa familiar independente, propriedade resolúvel do morador, uma solução mixta, de carácter simultâneamente social e capitalista.

5. — A aplicação directa dêstes conceitos fundamentais levou o Estado português a promover a construção das chamadas *Casas Económicas*, que determinadas categorias de cidadãos podem adquirir, mediante o pagamento de 240 prestações mensais. Cada prestação compreende um duodécimo da anuïdade necessária — ao juro de 4 % — para reconstituir *uma parte* do capital despen-

[1] As leis mais recentes e importantes são os decretos-leis n.º 23:052, de 23 de Setembro de 1933, n.º 28:912, de 12 de Agôsto de 1938 e n.º 33:278, de 24 de Novembro de 1943, às quais se deve juntar a proposta de lei ainda pendente de discussão na Assembleia Nacional. A leitura dêstes diplomas é indispensável para se fazer clara idéia da solução portuguesa do problema das casas económicas.

dido, e mais — feição característica da solução portuguesa — o prémio do seguro de vida, desemprêgo e inabilidade do morador-adquirente, para que êste ou os herdeiros não deixem de fruir, em tempo próprio, a propriedade perfeita da habitação.

Mas havia a considerar, também, a legião numerosa dos que, por não poderem residir tôda a vida em casa de que sejam proprietários, preferem tomar de arrendamento uma habitação na terra onde, temporàriamente, exercem a sua actividade. Para estes o problema consiste em encontrar habitação adequada à sua categoria e necessidades, sem pagar renda superior à chamada *renda social* ou seja 1/6 a 1/5 dos rendimentos do agregado familiar. Procurou-se resolvê-lo construindo as chamadas *Casas de renda económica* que, materialmente, não diferem das casas económicas, mas que devem, em regra, ser *arrendadas* a inquilinos que satisfaçam às condições profissionais e económicas estabelecidas na lei.

Para as *Casas Económicas* o Estado, em cooperação com os municípios, adianta os capitais, constroe os bairros e administra a emprêsa.

Para as *Casas de renda económica,* o Estado e os municípios apenas facilitam a adquisição de terrenos e concedem algumas isenções de taxas e impostos. A certas entidades colectivas particulares — incluindo emprêsas de carácter capitalista — se deixa o encargo de reünir os capitais e de construir e explorar os bairros. Com rigorosas limitações, entretanto, impostas pela lei em nome do interêsse social, e que dizem respeito às dimensões das casas, ao valor das rendas e aos lucros da emprêsa.

6. — O problema das *Casas Económicas* e das *Casas de renda económica* apresenta-se assim, aos construtores e aos capitalistas, como um problema de conciliação de requisitos opostos. Com efeito:

a) As casas devem ter certo número de divisões internas, variável com os tipos definidos pela lei; acesso directo e mesmo independente; área habitável, cubagem, ventilação, luz, água e esgotos conforme os regulamentos municipais estabelecem, e mais uma porção de terreno livre para desafôgo e recreio; devem, além disso, ser construídas em boas condições de segurança e de conservação.

b) O custo de uma casa construída nestas condições, em certo local e numa dada época, pode considerar-se de antemão fixado; depende do preço dos materiais, da mão-de-obra, dos transportes e do terreno; é o valor do *capital empregado.*

c) A lei fixa a renda que o inquilino deve pagar ou a prestação mensal que o morador-adquirente deve entregar para adquirir a propriedade perfeita da habitação; a renda e a prestação são estabelecidas não em função do capital *efectivamente dispendido,* do prazo de amortização e da taxa de juro, mas em função do rendimento médio da classe dos presumíveis moradores que hão-de pagá-la (renda social);

d) A lei obriga a vender a casa ao simples inquilino, mediante o pagamento a pronto de 20 vezes a renda-base anual e ao morador-adquirente mediante o pagamento de 240 prestações mensais (20 anuïdades).

É possível que as rendas-bases tenham sido fixadas, numa dada época — a data da lei, por exemplo — por ajustamento entre o custo real da construção na mesma época e o nível médio dos salários e ordenados das classes profissionais dos presumíveis moradores de cada um dos tipos de habitação; mas, infelizmente, os ajustamentos desta natureza são precários; em regra os salários e ordenados estabilizam-se por longos períodos, ao passo que os preços dos materiais e transporte variam com freqüência e podem duplicar em poucos dias, como sucede no tempo presente. Daqui resulta que todos os cálculos e ajustamentos baseados na hipótese da constância daqueles elementos, deixam de corresponder à realidade, passados poucos meses. Inconveniente grave quando se trata de aplicações de capitais que não podem liberar-se em curto prazo.

Se o Estado e os municípios fornecem os capitais, pode sempre executar-se a obra e aplicar-se o sistema económico-jurídico previsto; os prejuízos, se os houver, levam-se à conta dos encargos sociais, que a comunidade nacional deve suportar. Mas se a reso-

lução do problema se confiar a uma emprêsa de fins lucrativos, e o custo real da obra — isto é, o capital dispendido — vier a exceder o correspondente às rendas ou às anuïdades fixadas pela lei, a resolução do problema tornar-se-á inviável.

Um exemplo numérico esclarecerá esta conclusão.

Uma habitação em dois pisos, com cinco divisões habitáveis, além da cozinha, despensa, casa de banho e retrete — do tipo B-II ou B-III das casas económicas — deve custar, actualmente, cêrca de 87 contos, assim distribuídos:

Construção, cêrca de	67.500$	
Terreno da casa, quintal, ruas, com cêrca de 231 m²	6.930$	
Urbanização, cêrca de	12.000$	
Custo do projecto e diversos ..	570$	
Capital necessário		87.000$
As *receitas* anuais, fixadas por lei, serão:		
Renda anual máxima 12 × 400$		4.800$
As *despesas* podem avaliar-se, como segue:		
a) Conservação (10 %, mínimo)	480$	
b) Seguros contra fogo (1 %)	48$	
c) Administração (1,5 %, mínimo)	72$	
Total, mínimo		600$
Saldo bruto		4.200$
Dividendo de 5 %, previsto pela lei ..		4.350$
Faltam		150$

Se a emprêsa se contentar com 4 por cento de dividendo, distribuïrá	3.470$
E guardará para reservas, depreciação, etc.	720$

Na realidade esta sobra é fictícia, porque nem o Estado nem os municípios isentam a emprêsa, totalmente, das taxas e impostos e há outras despesas não consideradas e o risco de não pagamento das rendas.

Pois que a lei fixa as rendas, o preço de venda das casas, o número de divisões e, por conseguinte, o limite mínimo da área edificada e, também, em certos casos, o preço por metro quadrado do terreno e o plano de urbanização, fica dêste modo indirectamente determinado o custo da obra.

Mas êste custo — com os materiais e processos usuais de construção — é extremamente variável, como já se disse. Logo, a resolução do problema de construção de casas de renda económica só poderá obter-se, em termos viáveis, se o engenho dos nossos técnicos descobrir novos materiais de construção, novos meios de trabalhar os que existem no país e de utilizar as suas propriedades físicas e mecânicas, e novos sistemas de organização do trabalho nos estaleiros. O que, tudo, constitue outras tantas tarefas que devem merecer a atenção dos engenheiros e industriais portugueses.

Abril de 1944.

Nova simplificação do método de cálculo das turbinas mixtas (Francis)

PELO ENG. MEC. I. S. T. MANUEL P. R. DA COSTA DE BARROS
(Professor do I. S. T.)

Simplificar a doutrina das matérias e a norma dos problemas, em benefício de quem estuda, deve constituir, sobretudo nos domínios da técnica, uma das preocupações de quem ensina.

A êste princípio obedecemos, ao publicar estas notas, com o fim de facilitar os futuros trabalhos dos alunos da cadeira de Turbinas.

Revendo o modo de calcular as rodas mixtas por meio dos *diagramas médios*, estabelecidos com o auxílio do *ponto médio das arestas de saída das pás*, verificámos que êsse processo, tal como foi publicado no N.º 45 da «Técnica», com uma orientação de cálculo já simplificada em relação aos métodos existentes, é susceptível de experimentar nova simplificação, devido a um conceito mais adequado que se pode formular acêrca daquele ponto.

Mas para estabelecer uma natural seqüência de idéias convém, antes de apresentar essas modificações, recordar nos seus tópicos essenciais o processo publicado.

Devido ao desenvolvimento radial da aresta de saída das pás da roda, fig. 1, e à necessidade de regular a turbina, resulta que para cada caudal dessa regulação há tantos diagramas de saída quantos os pontos da aresta de jusante das pás — e para cada um dêstes pontos tantos diagramas quantos os caudais. Para remover as dificuldades que provêm desta dupla variação, faz-se corresponder a cada regime de carga um só diagrama, chamado *diagrama médio de saída para o caudal considerado.*

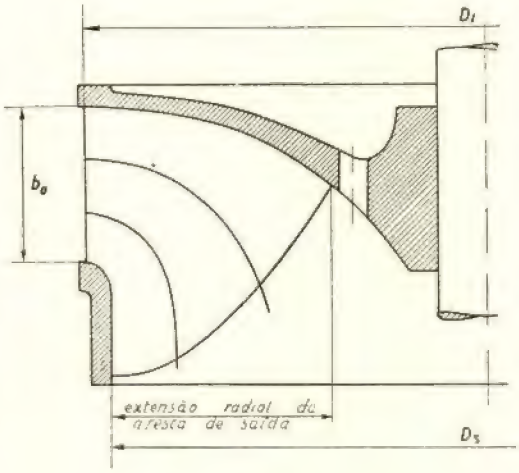


Fig. 1

Estes diagramas referem-se necessàriamente a um ponto da aresta de jusante das pás, a que se convenciona chamar ponto médio M, fig. 2.

Mas para que seja possível substituir por um diagrama único os diagramas parciais das turbinas elementares em que é necessário dividir a roda com o fim de tornar possível o seu estudo, importa que o caudal do problema não varie quando, em vez das velocidades meridianas de saída c_{m2_a} c_{m2_b} . . . correspondentes aos pontos a, b . . ., considerados consecutivamente, dois a dois, ao longo de tôda a aresta, como pontos de separação das sucessivas turbinas componentes, se toma, para efeito de vazão através das mesmas áreas

parciais de passagem, o valor médio c_{m2m} que se refere ao ponto M. É o que se traduz analìticamente pela expressão

$$\Sigma \pi D_{2xy} b_{2xy} c_{m2\,xy} \sqrt{2g H} \frac{t_2 - \Delta_2}{t_2} = c_{m2\,m} \sqrt{2 gH} \Sigma \pi D_{2xy} b_{2xy} \frac{t_2 - \Delta_2}{t_2}$$

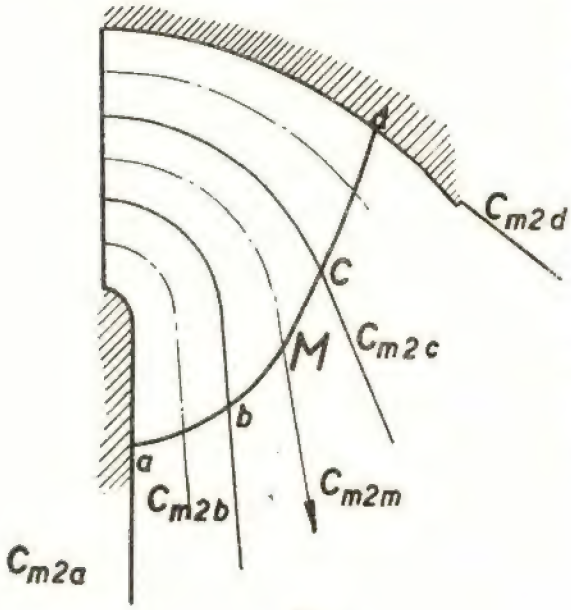


Fig. 2

em que x e y representam, dum modo geral, fig. 3, os pontos de intersecção da aresta de saída com as linhas que no alçado limitam as várias turbinas parciais, cuja secção de passagem $\pi D_{2xy} b_{2xy}$ é reduzida pelo factor $\frac{t_2 - \Delta_2}{t_2}$ que traduz a influência da espessura terminal das pás Δ_2.

Com esta orientação de cálculo, e em face do desenho da roda que se esboça em alçado, fig. 1, de acôrdo com as dimensões gerais D_s, D_1 e b_0, obtidas respectivamente pelas expressões

$$Q_{máx.} = \frac{\pi D_s^2}{4} c_s \sqrt{2g H}$$

$$\pi D_1 n = 60 u_1 \sqrt{2g H}$$

$$Q_{máx.} = \pi D_1 b_0 c_{mo_{máx.}} \sqrt{2g H}$$

depois de haver fixado valores às velocidades específicas c_s, u_1, e $c_{mo_{máx.}}$ — pode aplicar-se a relação

$$Q_{máx.} = c_{m2\,m_{máx.}} \sqrt{2g H} \Sigma \pi D_{2xy} b_{2xy} \frac{t_2 - \Delta_2}{t_2} \qquad (1)$$

que permite conhecer $c_{m2\,m_{máx.}}$ — valor médio da velocidade meridiana de saída para o caudal máximo; e fixando em seguida o ângulo $\alpha_{2m_{máx.}}$, acha-se a velocidade $c_{2m_{máx.}}$, em grandeza e direcção.

Mas a partir dêste momento só por tentativas é possível continuar o estudo dos diagramas.

Arbitra-se ao ponto médio uma primeira posição — definida pelo diâmetro D_{2m} que lhe corresponde; e, determinada a respectiva velocidade periférica

$$u_{2m} = u_1 \frac{D_{2m}}{D_1}$$

fecha-se o triângulo das velocidades com o vector $w_{2m_{máx.}}$ — valor médio da velocidade relativa de saída para o caudal máximo.

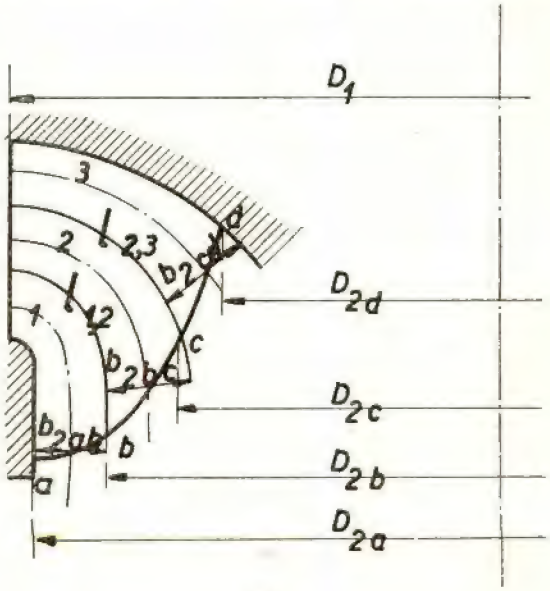


Fig. 3

O conhecimento dêste vector permite aplicar agora a expressão válida para as rodas mixtas

$$w^2_{2x(y)} = w^2_{2m_{máx.}} + u^2_{2x(y)} - u^2_{2m} \qquad (a)$$

e obter, em grandeza, tôdas as restantes velocidades relativas, cuja direcção é fixada fazendo convergir essas velocidades num ponto de $w_{2m_{máx.}}$ situado na proximidade ou levado mesmo a coincidência com o pé da perpendicular baixada da origem do diagrama sôbre o vector médio.

Os vectores w_{2x} e w_{2y}, assim determinados para as sucessivas turbinas parciais, dão, pela distância dos seus vértices à recta dos u u, os valores meridianos das velocidades absolutas de saída c_{m2x} e c_{m2y}, com os quais se deve verificar a igualdade

$$Q_{máx.} = \Sigma\, \pi\, D_{2xy}\, b_{2xy}\, c_{m2\,xy} \sqrt{2g\,H}\, \frac{t_2 - \Delta_2}{t_2} \qquad (2)$$

O contrário significa que os valores achados não são os que se procuram, por não admitirem como valor médio, para efeitos de vazão, a grandeza de $c_{m2m_{máx.}}$ — ou, por outras palavras, que a posição arbitrada ao ponto M não é a verdadeira.

Procede-se então — conforme também foi dito no referido número da «Técnica» — do modo seguinte que se expõe exemplificando, para tornar mais evidentes as correcções a fazer.

Com uma posição M', fixada com intencional exagêro muito para fora da posição verdadeira que se pretende conhecer, fig. 4, resulta que o ponto p' de cruzamento das velocidades relativas fica por demais afastado da origem do diagrama, e para as velocidades meridianas acham-se valores exagerados c'_{m2a}, c'_{m2b} . . .

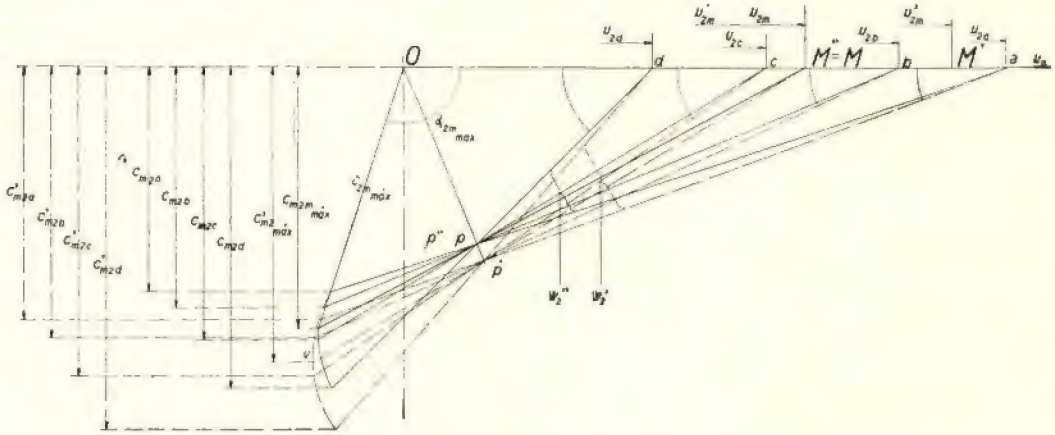


Fig. 4

A última equação dá, nestas condições, um caudal superior ao da turbina, e pela relação (1) calcula-se um novo valor $c'_{m2m_{máx.}}$ maior que o verdadeiro.

Sôbre o lugar geométrico dos vértices das velocidades relativas define-se, com êsse valor, um ponto v que unido com p' (a traço e ponto) permite determinar sôbre a recta dos u u uma nova posição do ponto médio M'', para uma segunda tentativa.

Êste ponto e o vértice fixo de $c_{m2m_{máx.}}$ dão a conhecer para essa tentativa outros valores de referência u''_{2m} e w''_{2m}, com os quais se calcula uma nova série de velocidades relativas w''_{2a} w''_{2b} . . . que se cruzam agora num ponto p'' mais recolhido que no caso anterior, vindo portanto menores que nesse caso as velocidades meridianas.

A expressão (2) dá para o caudal e a expressão (1) para $c_{m2m_{máx.}}$ valores mais próximos dos verdadeiros.

Continuando por esta forma, chega-se à posição exacta do ponto médio, ou acêrto dos caudais, quando muito, à terceira tentativa.

Mas, como a princípio se disse — e é êste preceito que pretendemos enunciar — essas tentativas, mesmo metodizadas, conforme se acabam de expor, são de todo dispensáveis.

O ponto médio — é necessário não esquecer êste aspecto essencial do problema — constitue um elemento meramente auxiliar, cujo significado não deve ser encarecido para além da função que pròpriamente lhe compete, como simples meio de obter: analìticamente, a grandeza das velocidades relativas e gràficamente, uma referência de direcção para um traçado dessas velocidades: — um traçado admissível entre outros que podem igualmente ser propostos.

Se êsse ponto ficou obrigado a uma dada posição, para que seja necessário determiná-la em tentativas laboriosas, foi por se ter imposto às velocidades relativas uma lei de convergência, cujo rigor não representa de modo algum apuro de construção nem exclusivo de garantia de bom escoamento da água, e que deixando de ser aplicada a uma, pelo menos, dessas velocidades permitirá fixar, de início, ao ponto médio, uma posição definitiva. — Contanto que não se afectem as condições essenciais do problema: primeiro, a de fazer variar regularmente, dum extremo ao outro da aresta de saída, a inclinação das velocidades relativas, evitando ao mesmo tempo qualquer estreitamento sensível dos canais para a proximidade do veio; e, segundo, a de obter com as distâncias dos vértices dessas velocidades á recta dos u u, os valores meridianos exigidos pela concordância dos caudais parciais com o caudal total.

Ora, ambas estas condições podem ser satisfeitas, garantindo de facto a boa configuração das pás, sem que os vectores w_{2x} e w_{2y} tenham necessàriamente de convergir num ponto de w_{2m}.

Podem e devem — como sucede mais particularmente com o vector que se refere ao filete do extremo mais recolhido da aresta da saída, quando dêle se queira tirar partido, como é lógico, para atender ao acêrto dos caudais.

Mais concretamente: a direcção dêsse vector deve ser tal que a distância do seu vértice à recta dos u u — agora incógnita do problema — conduza a um caudal parcial que perfaça à justa, como última parcela a juntar à soma das restantes, o caudal que foi proposto.

Assim, sendo z o número de turbinas elementares, pode escrever-se

$$Q_{máx.} - \sum_{1}^{z-1} Q_1 = \pi D_{2\,z-1,z}\; b_{2\,z-1,z}\; \frac{c_{m2\,z-1} + c_{m2\,z}}{2} \sqrt{2g\,H}\; \frac{t_2 - \Delta_2}{t_2}$$

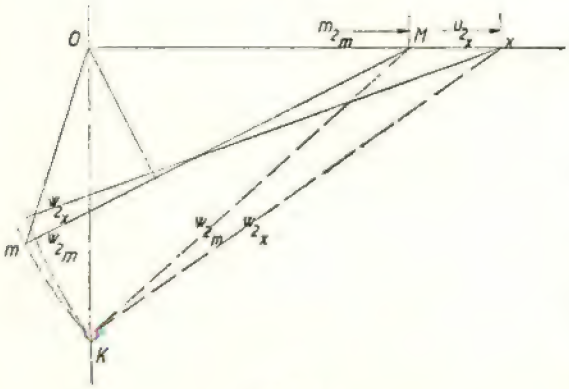


Fig. 5

para obter c_{m2z} — cateto do triângulo rectângulo que tem por hipotenusa o vector w_{2z}, de origem no vértice de u_{2z} e já conhecido do cálculo das velocidades relativas de saída.

Por sua vez, também a determinação destas velocidades se pode simplificar, aplicando, em lugar da equação (a), o processo gráfico que a traduz, para reduzir a velocidade relativa do filete médio às condições do filete x (y) que se considera, fig. 5.

Com esta nova orientação, a posição de carácter definitivo que se atribue ao ponto médio é, para tôdas as categorias de rodas, estreitas, normais e largas, fig. 6, a que divide a meio a extensão radial das arestas de saída, sendo o diâmetro correspondente

$$D_{2m} = \frac{D_e + D_i}{2}$$

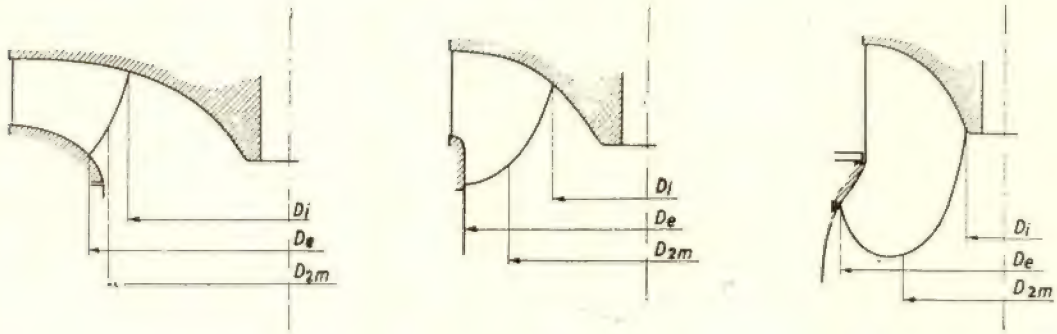


Fig. 6

No diagrama, fig. 7, mantém-se a lei de convergência para as maiores velocidades relativas, mas no estudo a que então se procedeu verificou-se que o ponto de cruzamento não deve continuar a ser o pé da perpendicular baixada de O sôbre $w_{2m_{máx.}}$, com o qual os vértices dessas velocidades, por muito afastados da recta dos uu, exageram o caudal parcial das turbinas componentes mais afastadas do veio, dando em resultado que o valor de c_{m2z}

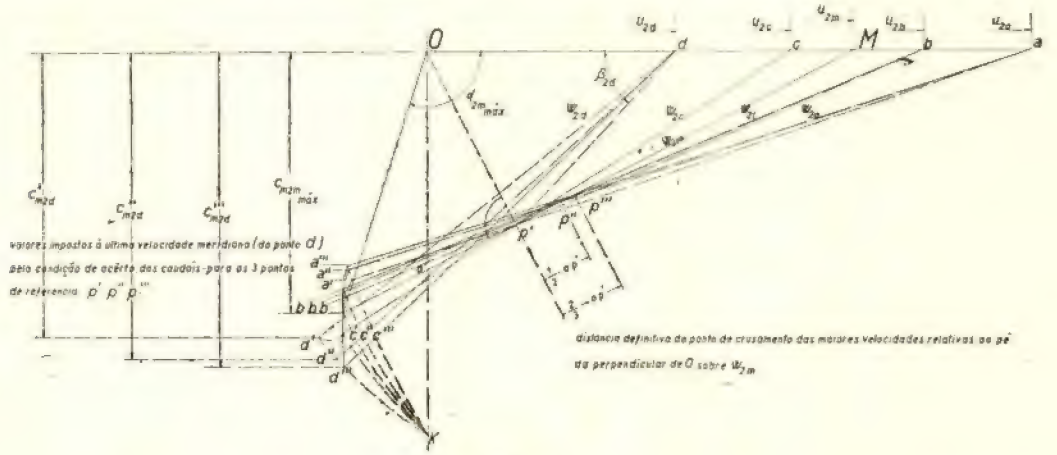


Fig. 7

(no caso presente c_{m2d}) que depois se obtém com o caudal da turbina elementar mais próxima, não permite atingir um valor de β_{2z} (β_{2d}) conveniente para a uniformização da largura dos canais.

Fizeram-se então convergir as velocidades relativas maiores que $w_{2m_{máx.}}$ (a ponto e traço) num ponto p'', definido pela distância $\overline{p'p''} = \frac{1}{2}\overline{op'}$; mas só essas, porque já o vector w_{2c}, em situação diferente, visto partir do vértice de $u_{2c} < u_{2m}$, continuou a cruzar em p' o vector médio, para não conduzir pela aplicação dêsse critério a um resultado opôsto.

Com a referida alteração, os primitivos vértices a' e b' passam para a'' e b'', mais perto da recta dos uu; daqui menores caudais para as respectivas turbinas elementares e caudais maiores para as turbinas mais recolhidas, como convém para aumentar a velocidade meridiana do filete correspondente ao ponto d, cujo valor passa de c'_{m2d} para c''_{m2d}, abrindo o ângulo de inclinação da sua velocidade relativa de β'_{2d} para o valor mais favorável β''_{2d}.

As condições melhoram ainda, aumentando a distância anterior para $\overline{p'p'''} = \frac{2}{3}\overline{op'}$.

Com o ponto p''' assim fixado, o lugar geométrico dos vértices das velocidades relativas, representadas agora a traço cheio, toma a configuração habitual, e o ângulo β_{2d} adquire um valor idêntico (β'''_2) ao que teria com o ponto de cruzamento comum de tôdas as velocidades, do processo de tentativas.

INSTITUTO PARA A ALTA CULTURA
CENTRO DE ESTUDOS DE ENGENHARIA CIVIL
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO · LISBOA

A publicação de trabalhos do Centro de Estudos de Engenharia Civil, subsidiada pelo Instituto Para a Alta Cultura e funcionando no Laboratório de Elasticidade e Resistência de Materiais do I. S. T., constitue a partir de hoje uma nova secção da Técnica *que, pelo interêsse e valor que tais trabalhos apresentarão, regista assim mais um passo nítido na sua evolução progressiva.*

O "Medidor de Momentos" e a sua aplicação a modelos de estruturas a duas dimensões

PELO ENG.º CIVIL EDUARDO ALBERTO HENRIQUES DOS REIS
BOLSEIRO DO I. A. C.

É um facto inegável que hoje os métodos experimentais se utilizam, por vezes, mesmo para os casos que habitualmente eram resolvidos exclusivamente pelo cálculo. O uso do cálculo, ainda que possível, apresenta-se por vezes com tal complexidade e morosidade que, além de afastar o contacto com o real, perde todo o valor prático; obriga-nos então a recorrer a hipóteses simplificadoras, que por vezes não são legítimas, ou, pelo menos, de que se não conhece o grau de legitimidade. Encontramos outra vantagem na aplicação dos métodos experimentais em modelos reduzidos: o facto de êles próprios conduzirem à investigação, pois, no seguimento das operações, surgem com freqüência novos problemas, novas soluções do problema tratado, que no cálculo nunca viriam a aparecer, e ainda divergências de resultados teóricos, etc., que nos levam a soluções que são afinal melhor expressão da realidade; isto é, os métodos experimentais levam-nos mais ao conhecimento do que se passa de facto, condição que com maior empenho pretendemos atingir.

Foi pois baseando-nos na importância sabida, mas nunca demais repetida, dos métodos experimentais, que fomos levados a trabalhar com o «Medidor de Momentos».

O estudo teórico do funcionamento do aparelho será precedido dum primeiro capítulo reservado à descrição da mesa de montagem de modelos a duas dimensões, inteiramente construída nas oficinas do I. S. T. segundo os nossos dados; só então se fará a descrição do «Medidor de Momentos» e da teoria do seu funcionamento, seguindo-se um ligeiro estudo das propriedades físicas do celulóide usado nos modelos; por último, serão observados alguns casos concretos de aplicação do «Medidor de Momentos», comparando os resultados obtidos, com os fornecidos pelo cálculo.

Sôbre êste assunto conhecemos o artigo de Arthur C. Ruge e Ernst O. Schmidt, intitulado «Mechanical structural analysis by the Moment Indicator», publicado nos «Proceedings of the American Society of Civil Engineers» de Outubro de 1938 (Vol. 64; n.º 8; págs. 1613 a 1625).

Mesa para montagem de modelos a duas dimensões

A mesa em questão é constituída por um tampo de madeira com cinco fendas transversais assente sôbre uma estrutura metálica, como se pode ver na figura 1.

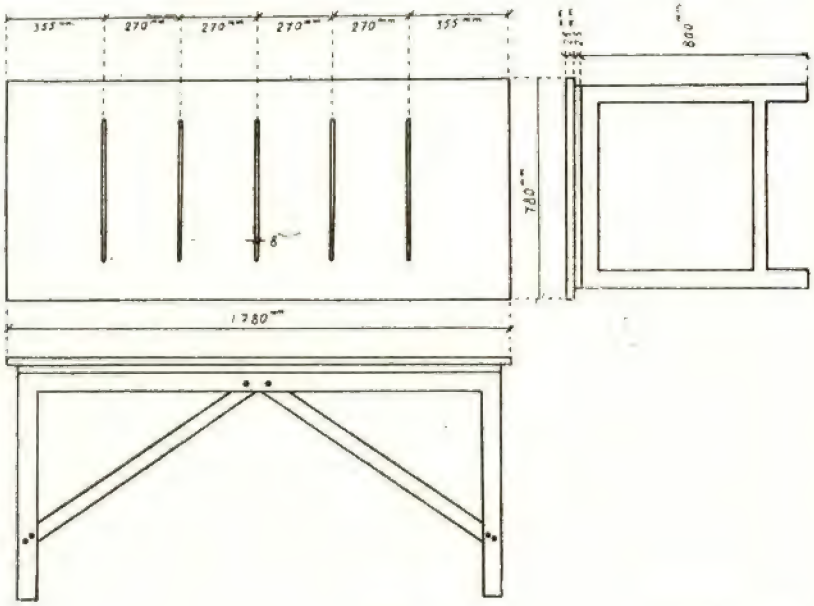


Fig. 1 (escala: 3:80)

Tivemos em vista obter uma base firme e indeformável. As fendas que atravessàm o tampo de lado a lado servem para fixar por meio de parafusos com porcas uma ou mais réguas de latão (fig. 2), em qualquer posição paralela ao comprimento do tampo da mesa. Essas réguas servem de apoio às montagens dos modelos a ensaiar.

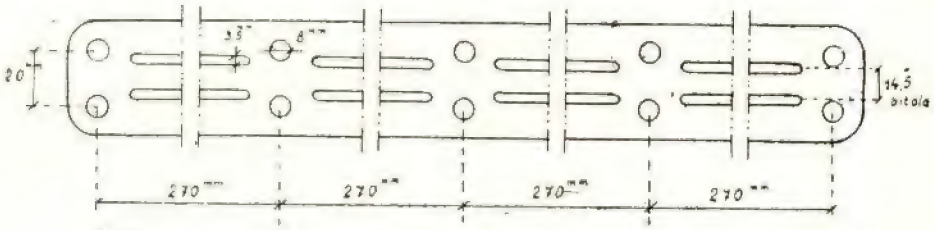


Fig. 2 (escala: 3:8)

Entre a régua e o tampo da mesa, e sòmente nas cinco zonas de fixação, intercalam-se um ou mais calces de chapa de latão (fig. 3), de espessura proporcionada à altura a que nos convém que a régua fique. A forma indicada na figura permite a sua substituïção sem ser necessário retirar os parafusos de fixação, mas apenas aliviá-los. As réguas de latão têm duas fendas longitudinais, de 3,5 mm de largura (fig. 2), que permitem fixar apoios com articulação, encastramentos e outros elementos indispensáveis à montagem de modelos a duas dimensões, quer sejam constituídos por peças curvas, quer por peças rectilíneas.

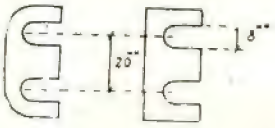


Fig. 3
(escala: 3:8)

Vamos agora descrever separadamente estes elementos.

Um apoio com articulação obtém-se por meio duma haste de latão com uma fenda de 3,5 mm de largura, como as existentes na régua; na parte terminal existe um cutelo intercalado entre duas chapas cuja distância varia conforme a espessura do modêlo (fig. 4). As chapas evitam que o modêlo se desvie do seu plano.

Para efectuar a montagem ligamos a haste descrita à régua de latão por meio de dois parafusos, e respectivas porcas, que atravessam as fendas. Êste sistema de fixação

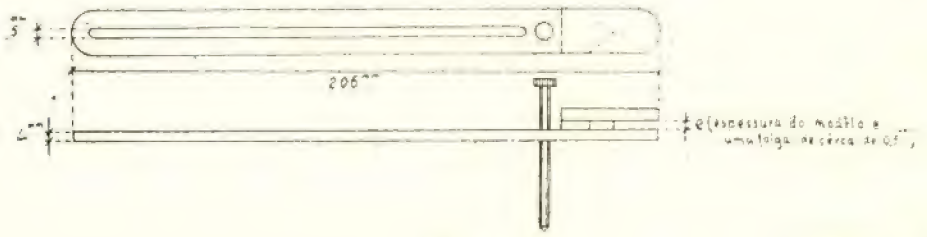


Fig. 4 (escala: 3:8)

tem a vantagem de permitir deslocar o apoio dum modo contínuo, em qualquer direcção do plano do modêlo, para a posição mais conveniente. Junto ao aparelho de apoio existe um parafuso que vai contactar com o tampo da mesa, de modo a garantir o seu paralelismo à mesa.

Vamos descrever outro processo de realizar um apoio com articulação. A aparelhagem consta de uma chapa rectangular de latão com 8 mm de espessura (fig. 5); numa das faces existe uma cavidade cilíndrica, onde é introduzido sob pressão um pequeno rolamento de esferas ao centro do qual colocamos um varão de aço; êste está saliente em relação à chapa sendo facetado na parte terminal, de modo a obter uma secção rectangular que deverá atravessar uma fenda de iguais dimensões, feita no modêlo. O apoio com articulação liga-se directamente à régua de fixação por meio de quatro parafusos e respectivas porcas; êste sistema de fixação permite deslocá-lo dum modo contínuo ao longo da régua, para o levar à posição conveniente.

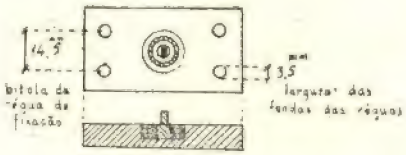


Fig. 5 (escala: 3:8)

Um encastramento obtém-se por meio de duas chapas rectangulares de latão, caneladas numa das faces (fig. 6), entre as quais se fixa a parte do modêlo a encastrar. O apêrto das chapas contra o modêlo é feito por meio de quatro parafusos que vão ligar à régua de fixação. Anàlogamente ao que se disse para o apoio com articulação atrás descrito, êste sistema também permite deslocar o encastramento dum modo contínuo ao longo da régua. Dispomos de chapas de encastramento com 4 mm e 8 mm de espessura, reservando-se as últimas para os casos em que as solicitações no encastramento exigem um grande apêrto dos parafusos de fixação.

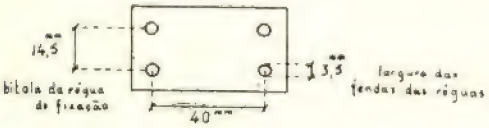


Fig. 6 (escala: 3:8)

As peças da figura 7 destinam-se à montagem dos apoios (com articulação ou encastramento) fora da régua de fixação em qualquer ponto do plano da mesa; com estas peças é possível montar qualquer modêlo a duas dimensões, por mais complexo que seja. As peças (*a*) da figura 7 apresentam a zona terminal de forma adequada a secções de encastramento oblíquas em relação à régua de fixação.

Anàlogamente ao que se dava com as peças da figura 4, estas também possuem um parafuso para garantir o seu paralelismo ao tampo da mesa (fig. 7). Na zona terminal tanto se pode realizar um encastramento como um apoio com articulação.

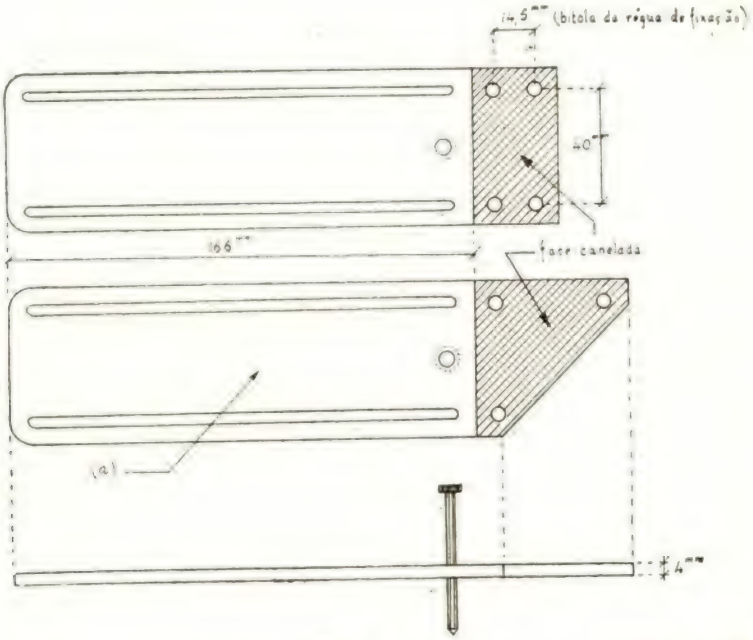


Fig. 7 (escala: 3:8)

As peças fixam-se à régua por meio de quatro parafusos que atravessam as suas fendas, permitindo deslocá-las de um modo contínuo, quer na direcção do seu comprimento, quer angularmente, em relação à régua. Caso as necessidades da montagem o exijam, podemos ligar duas ou mais peças de modo a obter o comprimento desejado. A ligação faz-se por sobreposição, permitindo assim variar o comprimento do conjunto de um modo contínuo.

Com tôdas as peças atrás descritas, temos possibilidade de montar um modêlo qualquer a duas dimensões. No entanto, para a realização do ensaio, temos de apoiar o modêlo em diversos pontos, com a condição de possuír a maior mobilidade em qualquer direcção do seu plano. O modêlo apoia-se sôbre esferas de aço assentes em pequenas chapas de latão, cuja altura é regulável por meio de parafusos (fig. 8).

Para obrigar o modêlo a contactar com as esferas usamos pequenos pesos cilíndricos (fig. 8), pois, por vezes, não só devido a empenos próprios das chapas do material do modêlo, como também à aplicação de cargas muito elevadas, êste tende a fugir do seu plano, originando deslocamentos que perturbam o ensaio.

Usamos dois tipos de chapas de apoio; umas circulares, de pequenas dimensões que permitem obter um único ponto de apoio, outras rectangulares, maiores, que permitem realizar cêrca de três apoios (fig. 8). As necessidades de cada montagem indicarão um ou outro tipo.

Convém notar que na concepção desta montagem, tivemos sempre em vista que cada peça tivesse o maior número possível de aplicações. Para isso fixámos algumas normas, tais como a seguinte: a espessura de qualquer peça é sempre um múltiplo do mesmo número fixo (no nosso caso, 4 mm). Assim as chapas de encastramento podem fazer de calces, para a colocação de encastramentos e apoios com articulação (de rolamento de esferas) ao mesmo nível, etc.

Uma vez montado o modêlo, aplicamos-lhe as fôrças existentes no seu plano. Actualmente só temos maneira de aplicar cargas concentradas, encontrando-se em estudo uma tentativa para aplicação de cargas uniformemente distribuídas, problema mais complexo do que pode parecer à primeira vista.

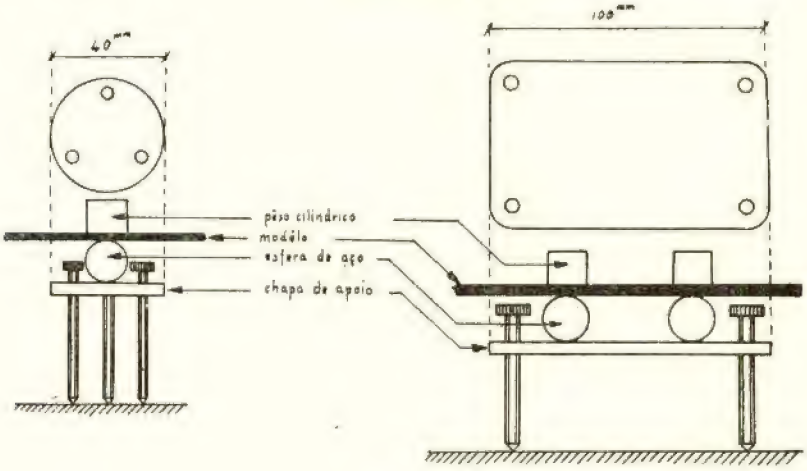


Fig. 8 (escala: 3:8)

Para aplicarmos uma carga concentrada, com qualquer direcção, recorremos a uma peça de aço em forma de U, que se encontra representada na figura 9; a carga exerce-se na peça por meio de um cordel, no extremo do qual se suspendem pesos. O cordel apoia-se numa roldana de eixo horizontal (com rolamento de esferas), que se fixa no rebôrdo da mesa de ensaios, e cuja altura, em relação ao tampo da mesa, é regulável, de modo a permitir que o cordel fique paralelo à mesa, para que a fôrça actue exclusivamente segundo o plano do modêlo (fig. 10). Os pesos colocam-se num prato que se suspende no cordel (fig. 11).

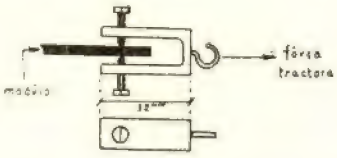


Fig. 9 (escala: 3:8)

Para cargas muito elevadas, existe um prato especial (fig. 12) onde se colocam discos metálicos aferidos, com uma ranhura radial.

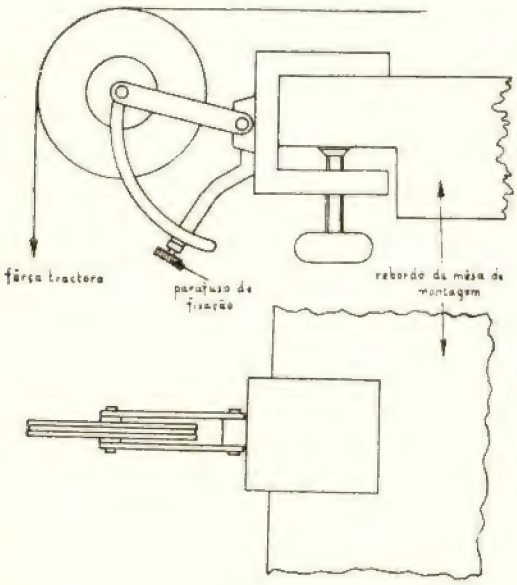


Fig. 10
(escala: 3:8)

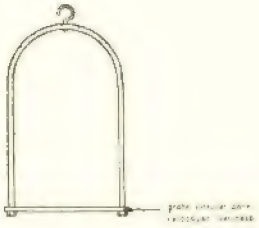


Fig. 11
(escala: 1:4)

Fig. 12
(escala: 1:4)

Foram construídas duas mesas de ensaio com a respectiva aparelhagem, que já se encontram em serviço no Laboratório de Elasticidade e Resistência de Materiais, onde funciona o «Centro de Estudos de Engenharia Civil», subsidiado pelo I. A. C. Uma das mesas tem servido para ensaios pelo método de Beggs.

Teoria do «Medidor de Momentos»

É nosso objectivo descrever a teoria do funcionamento do aparelho do professor Ruge para a determinação directa de momentos flectores, a que daremos o nome de «Medidor de Momentos».

Consideremos um elemento duma estrutura plana a submeter a fôrças existentes no seu plano. Suponhamos que num trôço AB dêsse elemento, o eixo é rectilíneo, a secção constante, e não actuarão cargas. Fixemos nos pontos A e B da fibra média o aparelho, que é constituído por duas hastes em forma de L (fig. 13), montadas num plano paralelo ao da estrutura. Um dos extremos de cada haste fixa-se à fibra média nos pontos A e B.

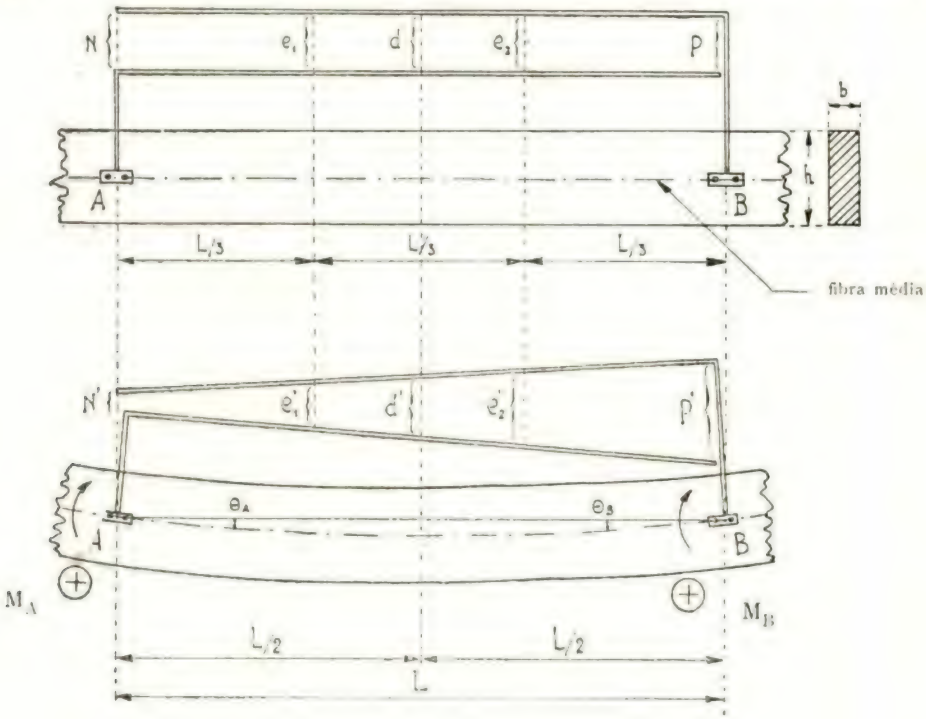


Fig. 13

Dividamos o comprimento L (fig. 13) em três partes iguais. Sejam N, e_1, e_2 e P as distâncias entre as hastes, medidas respectivamente no extremo esquerdo, nos extremos do terço central e no extremo direito; seja d a distância entre as hastes, medida a meio do seu comprimento. Apliquemos as fôrças à estrutura; o elemento considerado deformar-se-á (fig. 13) passando as distâncias entre as duas hastes, medidas segundo a normal à fibra média, a ser respectivamente N', e'_1, e'_2, P' e d'; conseqüentemente as variações dessas distâncias, devidas à flexão, serão as seguintes:

$$\Delta N = N' - N \qquad \Delta e_1 = e'_1 - e_1$$
$$\Delta P = P' - P \qquad \Delta e_2 = e'_2 - e_2$$
$$\Delta d = d' - d$$

Portanto será:

$$e'_1 = e_1 - \left(\frac{2}{3} \cdot L \cdot \Theta_B - \frac{L}{3} \cdot \Theta_A\right)$$

$$e'_2 = e_2 + \left(\frac{2}{3} \cdot L \cdot \Theta_A - \frac{L}{3} \cdot \Theta_B\right),$$

isto é:

$$\Delta e_1 = e'_1 - e_1 = \frac{L}{3} \cdot \Theta_A - \frac{2}{3} \cdot L \cdot \Theta_B$$

$$\Delta e_2 = e'_2 - e_2 = \frac{2}{3} \cdot \Theta_A - \frac{L}{3} \cdot \Theta_B \quad ,$$

portanto,

$$(1) \begin{cases} \Delta e_1 = -\dfrac{L}{3} \cdot \left(2\,\Theta_B - \Theta_A\right) \\ \Delta e_2 = +\dfrac{L}{3} \cdot \left(2\,\Theta_A - \Theta_B\right) \end{cases}$$

Ora, por outro lado, sabemos que:

$$\begin{cases} \Theta_A = \dfrac{M_A \cdot L}{3\,E\,I} + \dfrac{M_B \cdot L}{6\,E\,I} \\ \Theta_B = \dfrac{M_B \cdot L}{3\,E\,I} + \dfrac{M_A \cdot L}{6\,E\,I} \end{cases} \quad (*)$$

em que:

Θ_A e Θ_B são os ângulos representados na figura 13,

M_A e M_B são os momentos flectores nas secções que passam respectivamente por A e B, os quais, na figura 13, estão indicados com referência à acção da parte esquerda sôbre a direita,

E é o módulo de elasticidade do material do elemento considerado,

I é o momento de inércia da secção transversal do elemento considerado em relação a um eixo perpendicular ao seu plano e existente na fibra média.

Portanto:

$$(2) \begin{cases} 2\,\Theta_B - \Theta_A = \dfrac{M_B \cdot L}{2\,E\,I} \\ 2\,\Theta_A - \Theta_B = \dfrac{M_A \cdot L}{2\,E\,I} \end{cases} ;$$

substituindo os valores dados por esta expressão em (1), vem:

$$\begin{cases} \Delta e_1 = -\dfrac{L}{3} \cdot \dfrac{M_B \cdot L}{6\,E\,I} \\ \Delta e_2 = +\dfrac{L}{3} \cdot \dfrac{M_A \cdot L}{6\,E\,I} \end{cases} ,$$

donde:

$$(1) \begin{cases} M_B = -\dfrac{6\,E\,I}{L^2} \cdot \Delta e_1 \\ M_A = +\dfrac{6\,E\,I}{L^2} \cdot \Delta e_2 \end{cases} .$$

(*) Vide, p. ex., «Strenght of Materials» by S. Timoshenko, Part I, pag. 161 — June, 1940.

Estas expressões dão-nos o valor dos momentos flectores nas secções A e B em função, respectivamente, de Δe_2 e Δe_1.

Como, por hipótese, não há cargas aplicadas no trôço A B, o esfôrço transverso T no trôço A B, tem a expressão:

$$T = \frac{M_B - M_A}{L};$$

visto [de (2)] que:

$$(3) \begin{cases} M_B = \dfrac{2\,E\,I}{L}(2\,\Theta_B - \Theta_A) \\ M_A = \dfrac{2\,E\,I}{L}(2\,\Theta_A - \Theta_B) \end{cases},$$

vem:

$$(4) \quad T = \frac{6\,E\,I}{L^2}(\Theta_B - \Theta_A) \quad .$$

Da figura 13 tira-se:

$$\Delta d = \frac{L}{2} \cdot \Theta_A - \frac{L}{2} \cdot \Theta_B = -\frac{L}{2}(\Theta_B - \Theta_A) \quad .$$

e portanto, atendendo a (4), obtém-se:

$$(II) \quad T = -\frac{12 \cdot E \cdot I}{L^3} \cdot \Delta d \quad ,$$

expressão que nos dá o valor do esfôrço transverso entre as secções A e B em função de Δd.

Se, em vez de medirmos Δe_1, Δe_2 e Δd, medíssemos ΔN e ΔP, como

$$\Delta N = -L \cdot \Theta_B$$
$$\Delta P = +L \cdot \Theta_A \quad ,$$

obter-se-ia, substituindo estes valores de Θ_B e Θ_A em (3) e (4):

$$(III) \begin{cases} M_B = -\dfrac{2\,E\,I}{L^2}(2\,\Delta N + \Delta P) \\ M_A = +\dfrac{2\,E\,I}{L^2}(2\,\Delta P + \Delta N) \end{cases}$$

$$(IV) \quad T = -\frac{6\,E\,I}{L^3}(\Delta N + \Delta P) \quad .$$

Temos pois deduzidas as expressões que nos dão os valores dos momentos flectores nas secções passando por A e B e do esfôrço transverso no trôço A B, em função das variações das distâncias entre determinados pontos das hastes do aparelho.

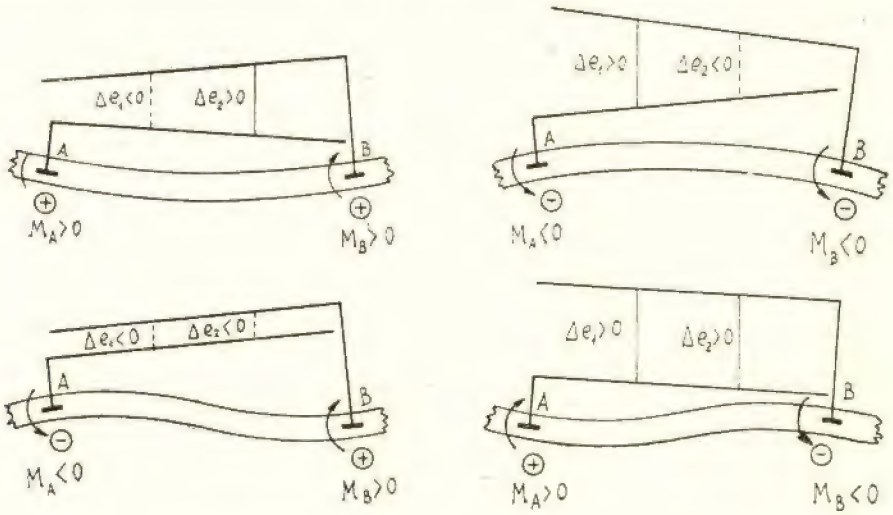
No artigo de Arthur C. Ruge e Ernst O. Schmidt, já citado, encontra-se uma dedução, semelhante à nossa, para as expressões I e II. Seguidamente os autores apresentam uma correcção a aplicar, a Δe_1 e Δe_2 em que é considerado o efeito das deformações tangenciais. No nosso caso, tal correcção torna-se desnecessária, por termos considerado o aparelho exclusivamente fixado na fibra média do trôço A B, ao contrário do que sucede no apa-

relho apresentado no referido artigo, em que a fixação de cada haste é feita em dois pontos duma linha perpendicular à fibra média e igualmente afastados desta.

Na generalidade dos casos, convém mais trabalhar com as expressões I e II, em vez de III e IV, porque a maior causa de êrro resulta da medição das variações das distâncias entre as duas hastes (Δe_1, Δe_2, Δd, ΔN, ΔP); ora nas expressões I e II estas variações só figuram uma vez, ao passo que em III e IV figuram duas vezes.

Nas expressões deduzidas considerámos como positivos os aumentos das distâncias e_1, e_2, N e P, resultando para sentido positivo dos momentos flectores o da rotação dos ponteiros dum relógio. Esta convenção de sinais subsiste independentemente de o aparelho estar montado para um ou para outro lado do trôço considerado.

Após a deformação, as quatro configurações possíveis para o conjunto do aparelho e do trôço no qual êle está aplicado encontram-se representadas na figura 14, mostrando as relações entre os sinais dos momentos flectores e os das variações de e_1 e e_2.



Nota — Todos os momentos indicados, estão referidos à acção da parte esquerda da viga sôbre a parte da direita.

Fig. 14

Descrição do «Medidor de Momentos» e sua utilização

Ao descrevermos a teoria do funcionamento do «Medidor de Momentos» já nos referimos de um modo muito geral à sua constituïção. Vamos agora descrever pormenorizadamente um «Medidor de Momentos», aplicável a modelos de estruturas. Êste aparelho foi executado nas oficinas do I. S. T. (vidé fig. 15), e actualmente está em serviço no Laboratório de Elasticidade e Resistência de Materiais.

Compõe-se de duas pinças de latão no extremo de cada uma das quais se fixa uma haste de secção rectangular com o comprimento $L = 100$ mm. Estas hastes são de alumínio, afim de proporcionarem a maior leveza possível ao aparelho. Cada pinça fixa-se ao modêlo por meio de quatro parafusos que apertam na fibra média, dois a dois em oposição. Com êste modo de fixar, cada pinça mantém-se perpendicular à fibra média, mesmo depois da deformação e portanto as hastes de alumínio ficarão paralelas às tangentes à fibra média nos pontos considerados, A e B. Para a montagem do «Medidor de Momentos» usamos uma barra (*c*) (fig. 15) que se fixa às pinças de modo a manter invariável o comprimento L do aparelho, e que se retira depois de os parafusos de fixação estarem definitivamente apertados.

Cada haste é dividida em três partes iguais por meio de dois traços, que servem para assinalar os pontos onde deverão ser feitas as leituras. A figura 16 mostra-nos o «Medidor de Momentos» aplicado a uma viga encastrada num extremo; a barra de montagem encontra-se montada, e ligado à régua de fixação também se encontra um apoio com articulação (de rolamento de esferas), que não está servindo. A figura 17 mostra-

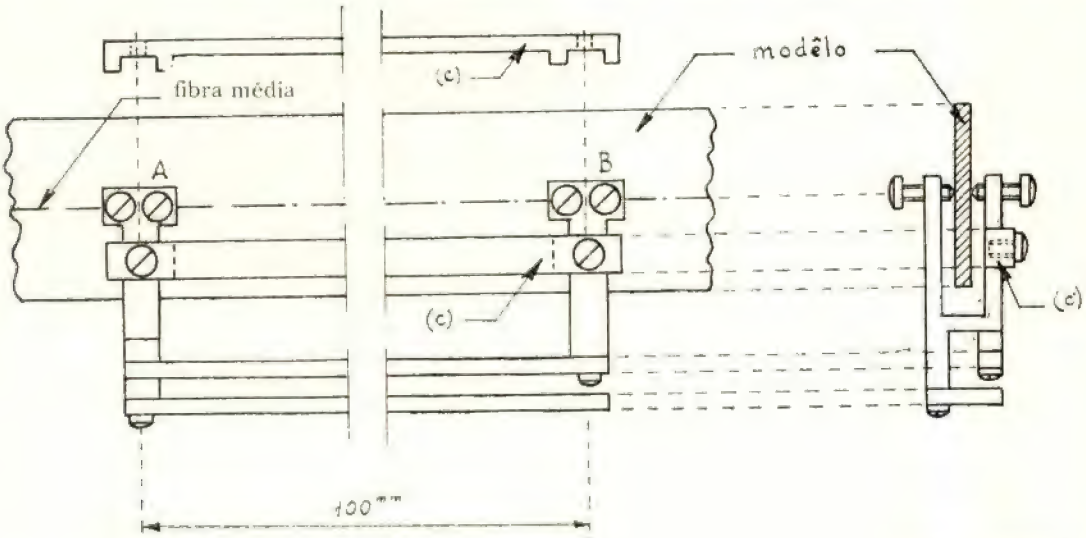


Fig. 15 (escala natural)

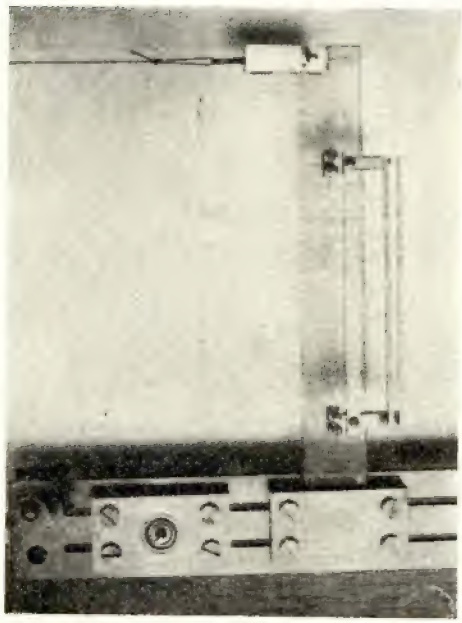


Fig. 16

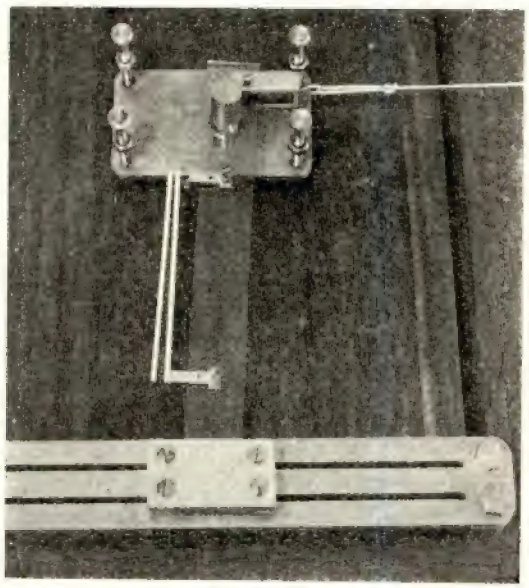


Fig. 17

nos o «Medidor de Momentos» também aplicado a uma viga encastrada, após deformação, devida a uma carga concentrada, aplicada no seu extremo; esta última figura também nos mostra a montagem descrita na figura 8.

A determinação de Δe_1, Δe_2 e Δd, ou de ΔP e ΔN, é feita com o microscópio representado na figura 18, cujos pés podem ser substituídos por outros mais altos, afim de facilitar a sua colocação sôbre os modelos.

O tubo do microscópio desloca-se paralelamente a si próprio segundo a direcção dum parafuso micrométrico, cujo tambor está graduado em 0,01 mm. O curso de translacção é de 20 mm.

Com êste microscópio podemos medir distâncias com um êrro de 0,01 mm a 0,02 mm.

As faces superiores das duas hastes do «Medidor de Momentos» encontram-se num mesmo plano, afim de permitir que as leituras com o microscópio se façam com uma única focagem, o que é da máxima importância para o seu rigor.

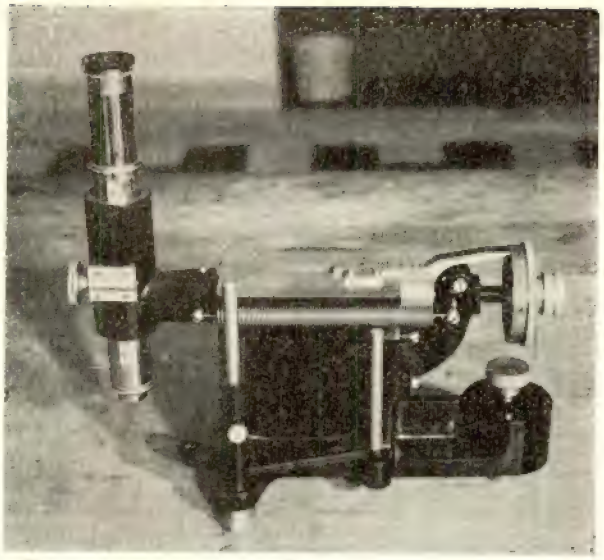


Fig. 18

A fixação do aparelho ao modêlo deve ser feita cuidadosamente, tendo especial atenção em que o apêrto dos parafusos seja igual, para evitar escorregamentos que fariam com que o aparelho se desviasse da sua posição correcta durante o ensaio, falseando os resultados. É evidente que a sensibilidade do aparelho aumenta se aumentarmos o seu comprimento L, estando no entanto êste aumento condicionado pelas dimensões dos elementos do modêlo a ensaiar.

Breve estudo das principais propriedades físicas do celulóide

O celulóide presta-se especialmente bem à construção de modelos, sendo fàcilmente trabalhável. Encontra-se no mercado em fôlhas de diferentes espessuras. Tem a grande vantagem de poder ser soldado com acetona, na qual se dissolve. Na oficina do laboratório existe uma serra mecânica, especialmente destinada ao recorte dos modelos de chapas de celulóide. Quando a estrutura a construír é de reduzidas dimensões, sendo os desperdícios insignificantes, limitamo-nos a desenhar o modêlo sôbre a fôlha de celulóide e depois a fazer o seu recorte, mas de modo a deixar entre o corte e o traço desenhado, uma margem de cêrca de 2 a 3 mm que será cortada à lima ou à plaina. Procede-se assim, não só por ser difícil de obter com a serra um corte perfeito, mas também porque, devido ao calor desenvolvido pelo atrito da lâmina da serra contra o celulóide, êste se altera, chegando a fundir quando a velocidade do corte é excessiva. Depois do corte, eliminamos com a lima a zona de alteração.

Ao construír um modêlo de grandes dimensões, para evitar grande desperdício de material cortamos uma série de barras que depois são limadas e se soldam com acetona de modo a constituírem a estrutura desejada. Os dois bordos das peças a soldar devem ser ràpidamente mergulhados em acetona e logo justapostos, mantendo-se uma certa pressão entre êles, até se obter a soldadura. Realizámos alguns ensaios com uma viga em consola, soldada a meio com acetona, não tendo encontrado qualquer anomalia digna de registo.

O maior inconveniente do celulóide consiste no facto de o seu módulo de elasticidade não ser constante, mas sim função do tempo. O diagrama da figura 19 refere-se a uma viga de celulóide em consola, no extremo da qual aplicámos uma carga concentrada de 198 gr. (o vão é de 276 mm). De $t = 0$ a $t = 18{,}5$ minutos encontra-se aplicada a carga; de $t = 18{,}5$ minutos em diante, as medições foram feitas já com a carga retirada.

Conclui-se o seguinte:

a) O módulo de elasticidade do celulóide é uma função do tempo.
b) Ao fim dum certo tempo, depois de aplicada a carga, o módulo de elasticidade do celulóide varia relativamente pouco com o tempo, tendendo assintòticamente para um valor constante. Podemos considerar como constante o valor do módulo de elasticidade ao fim de cêrca de 20 minutos, sem cometer êrro apreciável.
c) Depois de retirada a carga, as diminuïções da flexa tendem assintòticamente para zero, mantendo-se no entanto uma certa deformação permanente.

Noutros diagramas obtidos a partir de três aplicações da carga observámos que, para tempos iguais de aplicação e exclusão da carga, o diagrama se repete perfeitamente,

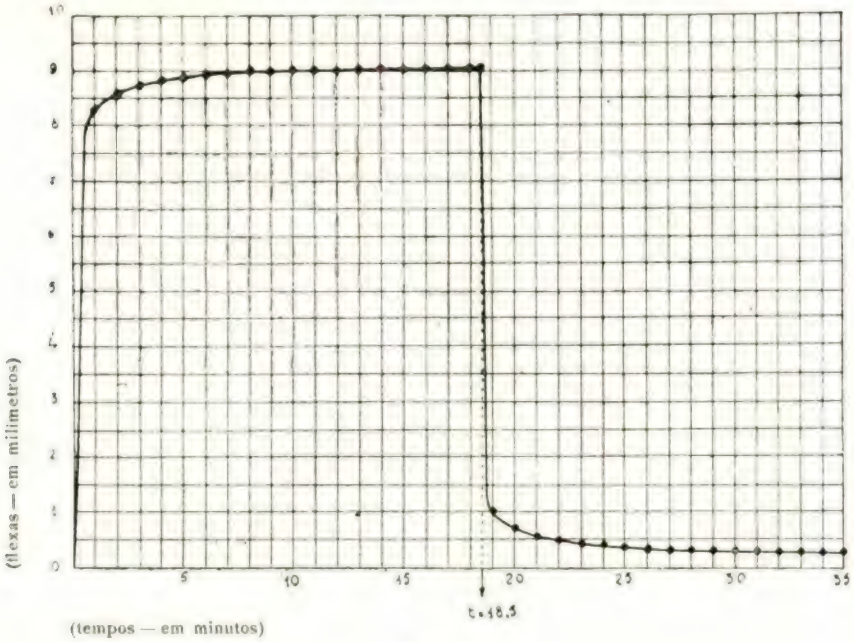


Fig. 19

apresentando no entanto cada curva uma translacção, na direcção do eixo das ordenadas, em relação à anterior, correspondente à deformação permanente resultante da aplicação de carga anterior, isto é: as deformações permanentes sobrepõem-se. Portanto, para cada aplicação da carga, o modêlo comporta-se sempre do mesmo modo, apenas com uma pequena restrição que reside no facto de a configuração inicial do modêlo ser ligeiramente modificada, o que não traz inconveniente para os nossos ensaios.

Obtivemos para valor do módulo de elasticidade do celulóide (ao fim de 20 minutos) o valor $E = 220.000$ gr/mm^2 com um êrro relativo de cêrca de 5 %.

Vamos agora descrever um método de ensaio em que os valores dos momentos flectores, determinados com o «Medidor de Momentos», não dependem do módulo de elasticidade do material que constitue o modêlo (vidé o artigo atrás citado). Consideremos uma viga em consola, encastrada, com uma carga no extremo (fig. 20), e o «Medidor de Momentos» aplicado. Intercalemos no fio que exerce a fôrça um sistema constituído por duas vigas, do mesmo celulóide da primeira, encastradas ou articuladas entre si, como mostra a figura. Êste sistema é chamado pelos autores do artigo já citado, «spring balance». Em vez de aplicarmos uma fôrça de grandeza constante, impunhamos um deslocamento constante D. A distância

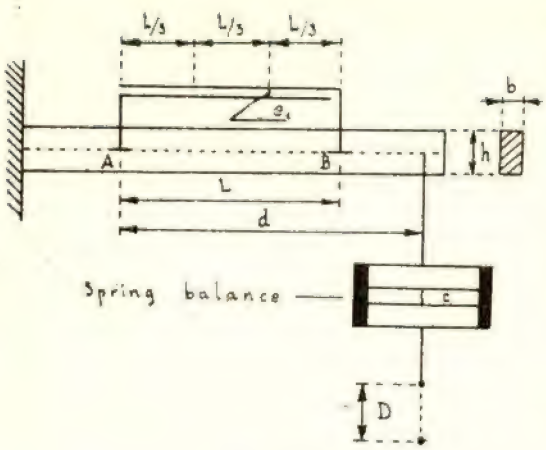


Fig. 20

entre dois pontos quaisquer das vigas, em especial a distância c (fig. 20), sofre um aumento Δc dado pela expressão

$$\Delta c = K \cdot \frac{F}{E} \quad ,$$

sendo:

F a fôrça tractora (variável no tempo),

E o módulo de elasticidade do celulóide, que é função do tempo,

K uma constante que depende da forma da «spring balance», que pode ser qualquer.

Da expressão anterior tira-se:

$$(5) \qquad E = K \cdot \frac{F}{\Delta c} \quad .$$

O valor do momento flector em A, dado pelo «Medidor de Momentos» é

$$(6) \qquad M_A = \frac{6\,E\,I}{L^2} \Delta e_1 \quad ;$$

substituindo em (6) E pelo seu valor dado por (5), obtemos:

$$M_A = \frac{6\,I}{L^2} \cdot \frac{K \cdot F}{\Delta c} \cdot \Delta e_1 \, .$$

Como

$$M_A = F \cdot d$$

vem

$$\frac{6 \cdot K \cdot I \cdot F \cdot \Delta e_1}{L^2 \cdot \Delta c} = F \cdot d \; ;$$

portanto:

$$K = \frac{d \cdot L^2}{6\,I} \cdot \frac{\Delta c}{\Delta e_1} \quad .$$

Uma vez aferida uma determinada «spring balance» (determinado o seu K), podemos usá-la em qualquer modêlo feito do mesmo celulóide. Consideremos pois um modêlo qualquer com o «Medidor de Momentos» aplicado a uma secção, na qual queremos determinar o momento flector. Êste é dado por:

$$M = \frac{6\,E\,I}{L^2} \Delta e \quad .$$

Como

$$E = K \cdot \frac{F}{\Delta c} \quad ,$$

vem

$$M = \left(\frac{6\,I\,K}{L^2} \cdot \frac{\Delta e}{\Delta c} \right) \cdot F = \alpha\, F \quad ,$$

sendo α uma constante dada por

$$(7) \qquad \alpha = \left(\frac{6\,I\,K}{L^2} \cdot \frac{\Delta e}{\Delta c} \right) \quad .$$

Em resumo: aferimos a «spring balance», servindo-nos para isso duma viga em consola encastrada, por ser simples a expressão analítica do momento flector; em seguida realizamos o ensaio pròpriamente dito, aplicando a «spring balance» ao modêlo a ensaiar; substituimos em (7) os valores das leituras Δe e Δc feitas respectivamente no «Medidor de Momentos» e na «spring balance», obtendo assim o valor da constante que, multiplicada por qualquer fôrça F ***suposta*** aplicada ao modêlo, nos dá o momento flector correspondente, desenvolvido na secção considerada.

A «spring balance» funciona de compensador, anulando o efeito de cedência. O cociente $\Delta e/\Delta c$ mantém-se constante, qualquer que seja o deslocamento D imposto. Verifica-se experimentalmente que Δe e Δc não dependem do tempo, mantendo-se rigorosamente constantes, o que aliás era de esperar. Contudo o uso da «spring balance», origina uma montagem mais complexa, e exige duas leituras microscópicas, o que traz um aumento considerável para o êrro de que vem eivado o momento flector.

Dada a precisão de medida dos microscópios de que dispomos actualmente, assim como a precária nitidez dos alvos visados, o processo de ensaio mais conveniente consiste em aplicar directamente as cargas ao modêlo, e fazer as leituras ao fim dum tempo suficientemente grande (em geral, cêrca de 20 minutos), para que o valor E seja pràticamente constante, realizando-se a determinação dêste valor ao fim do mesmo intervalo de tempo.

Fizemos alguns ensaios em modelos de latão. Dos ensaios realizados concluímos que o latão, como material para modelos, apesar da vantagem de ter o módulo de elasticidade constante, apresenta alguns inconvenientes, como por exemplo: módulo de elasticidade muito elevado, ser dificilmente trabalhável, dificuldade em obter chapas delgadas bem desempenadas e dificuldade em aplicar o «Medidor de Momentos», sendo freqüentes os escorregamentos que falseiam as leituras.

Por estas razões optámos pelo celulóide.

Aplicações

Nas aplicações determinámos o momento flector numa dada secção dum pórtico em L, com e sem «spring balance». Na figura 21 vemos o referido pórtico na mesa de ensaios (que provisòriamente era um estirador), com uma «spring balance» aplicada; também se vê a montagem duma viga contínua de dois tramos, que serviu para outro ensaio. Para constante de aferição da «spring balance» determinámos K = 107 com um valor médio do valor absoluto do desvio de cêrca de 3 %. Os valores obtidos na secção considerada foram os seguintes:

pelo cálculo . . . . . → $M = 12{,}9 \,.\, F$

pelo «Medidor de Momentos»

com «spring balance» . . . → $M_1 = 14{,}6 \,.\, F$
sem «spring balance» . . . → $M_2 = 11{,}1 \,.\, F$,

sendo F o valor da carga aplicada ao pórtico (figura 22), expresso em gramas.

Os valores experimentais apresentam o mesmo desvio em relação ao valor calculado; cêrca de 9 %.

Vamos agora apresentar os resultados obtidos na determinação do diagrama dos momentos flectores desenvolvidos no mesmo pórtico, e fazer a sua comparação com o diagrama fornecido pelo cálculo. As dimensões, configuração, natureza dos apoios e fôrça aplicada (sem «spring balance») encontram-se indicadas na figura 22. As secções ensaiadas estão distânciadas de 2 cm. Os ensaios foram realizados com a aplicação directa de uma carga F = 5.000 gr. Realizámos 5 aplicações do «Medidor de Momentos», cada uma

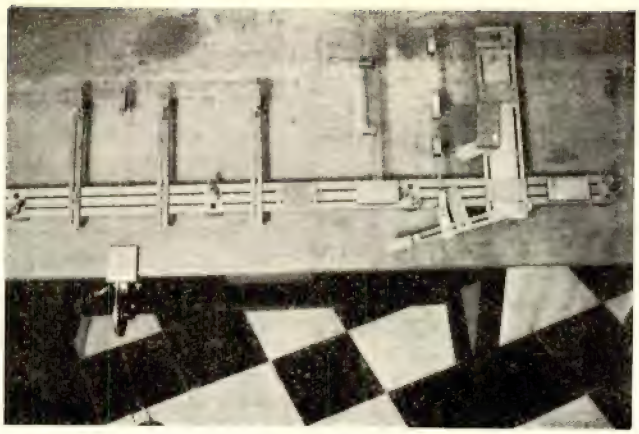


Fig. 21

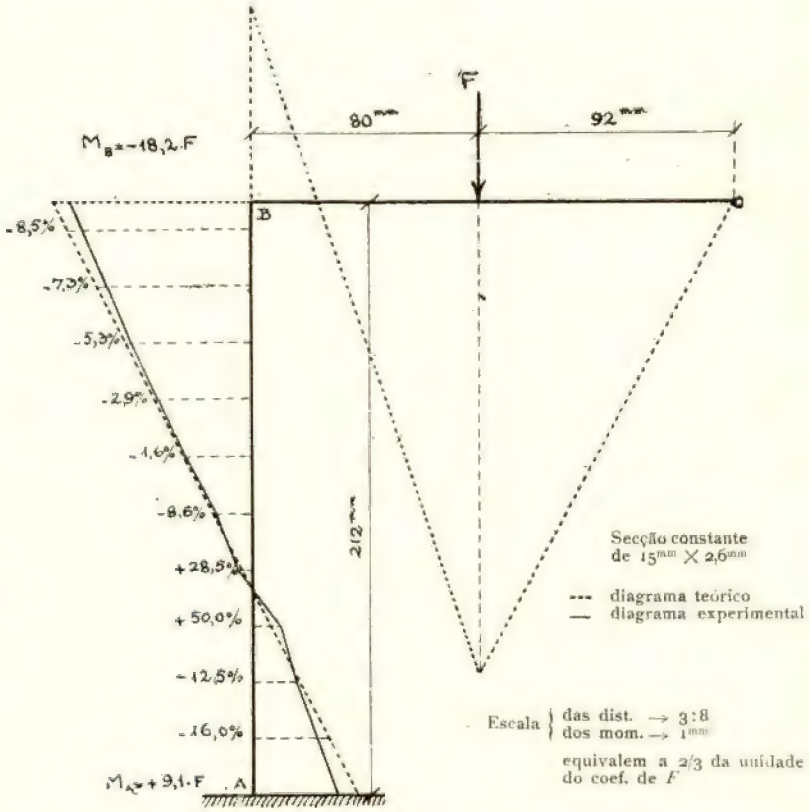


Fig. 22

das quais nos deu o valor dos momentos flectores em duas secções. Na figura 22 estão traçados os diagramas dos momentos flectores, experimental e teórico, afim de se poderem comparar os resultados. Para obtermos o valor do momento flector numa dada secção, temos de multiplicar o valor correspondente do diagrama pela grandeza da fôrça F, *suposta* aplicada ao modêlo. Junto de cada ordenada encontra-se um número que dá o afastamento, em percentagem, do valor experimental em relação ao valor calculado.

Por último fizemos a determinação do diagrama dos momentos flectores desenvolvidos num pórtico múltiplo.

Na figura 23 vê-se a respectiva montagem, notando-se também a deformação do pórtico; à esquerda da figura está montado o pórtico em L, atrás referido. Para a determinação do diagrama dos momentos flectores, não procedemos como no caso anterior em que determinámos o diagrama ponto por ponto, a-fim-de fazermos melhor idéia do comportamento do «Medidor de Momentos». Fizemos as determinações sòmente nas secções próximas das de momento flector máximo (a 2 cm dos nós). Assim, dentro da precisão com que estamos a trabalhar, conseguimos que o êrro relativo para os momentos flectores determinados seja mínimo, e como se trata de elementos nos quais não existem cargas aplicadas, pois só a estes é que o «Medidor de Momentos» é aplicável, os diagramas de momentos são rectilíneos, e portanto, obtidos dois pontos, podemos traçar o diagrama relativo ao elemento considerado. As determinações não foram feitas mais perto dos nós, para evitar a perturbação de distribuição de tensões existente na vizinhança do nó. As dimensões, configuração, natureza dos apoios e fôrça aplicada (sem «spring balance»), encontram-se indicadas na figura 24. Como dispúnhamos apenas de dois «Medidores de Momentos», tivemos de aplicar cinco vezes a fôrça (F = 1.073 gr). As leituras foram feitas ao fim de cêrca de 20 minutos depois de aplicada a carga, e entre cada operação de descarga e nova carga deixámos decorrer também cêrca de 20 minutos.

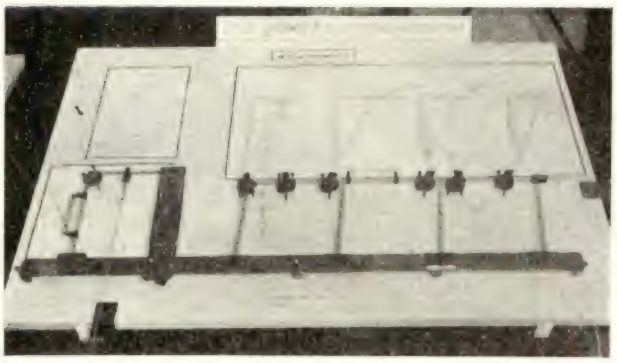


Fig. 23

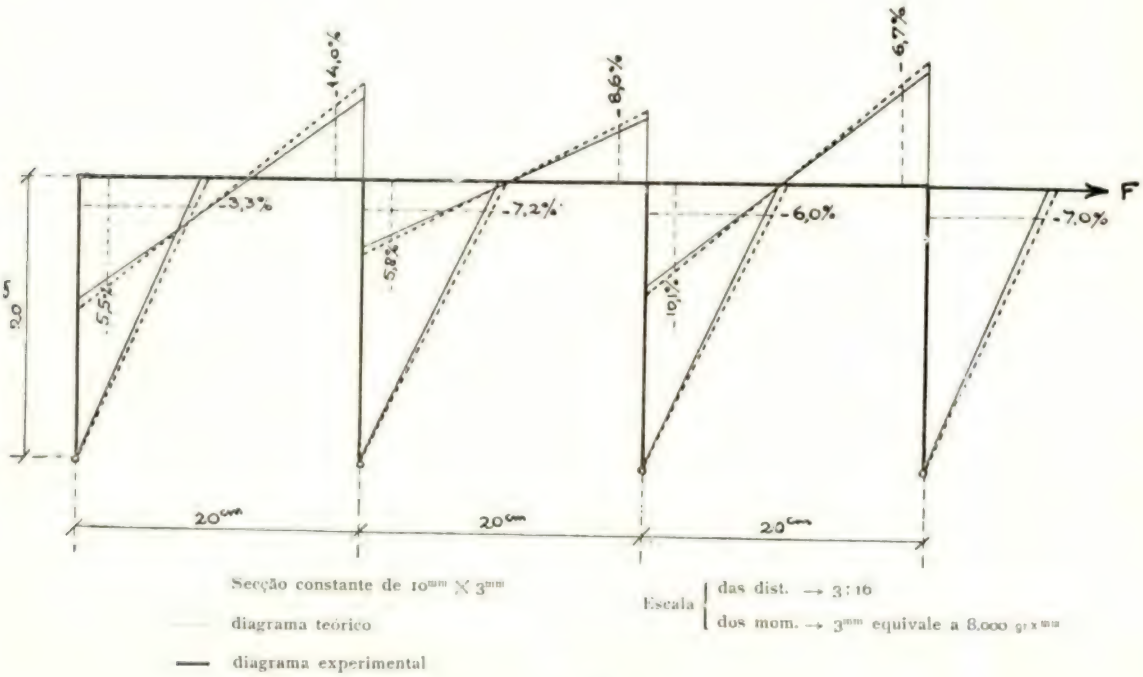


Fig. 24

Com os dois aparelhos de que dispomos, a determinação completa do diagrama levou cêrca de 2 horas e meia. Se dispuzéssemos de sete aparelhos, a mesma determinação far-se-ia em 20 minutos; como a construção e montagem do modêlo levou cêrca de 2 horas, o diagrama em questão podia determinar-se em 2 horas e 20 minutos, tempo êste que é bastante inferior ao que levaria a obtenção do mesmo diagrama por meio do cálculo.

Na figura 24 estão traçados os diagramas dos momentos flectores, experimental e calculado, afim de se poderem comparar os resultados. Junto de cada ordenada está apontado o afastamento, em percentagem, do valor experimental em relação ao valor calculado. Nas condições experimentais em que efectuámos as determinações, os valores dos momentos flectores vêm eivados dum êrro de 10 %. A quási totalidade dos afastamentos indicados na figura 24 está dentro dêstes limites.

As contribuïções importantes para o êrro relativo dos momentos são as devidas à determinação de E, h e Δe.

Para melhorarmos os resultados obtidos com o «Medidor de Momentos» precisamos de:

— cortar as vigas de celulóide, de modo a podermos garantir a altura h da sua secção com uma precisão de cêrca de $0{,}1^{mm}$ (para secções tendo em média $h = 10^{mm}$);

— executar aparelhos em que o comprimento seja regulável, de modo a ser sempre o maior possível para cada caso, afim de os deslocamentos das hastes serem maiores;

— aumentar o rigor das leituras feitas com o microscópio nas hastes do «Medidor de Momentos», o que se conseguirá não só aumentando a ampliação do microscópio, como muito especialmente melhorando a nitidez dos alvos visados e realizando uma iluminação adequada.

São estes alguns dos objectivos que nos propomos tentar alcançar de futuro.

Dispositivos modernos empregados no equipamento de rêdes de irrigação ao ar livre

PELO ENGENHEIRO CIVIL (I. S. T.) CARLOS VECCHI PINTO COELHO

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A «Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola» empregou ùltimamente nas rêdes de irrigação de Salvaterra de Magos e de Alvega dispositivos modernos, destinados a distribuir os caudais por elas tranportados pelas diferentes tomadas, com resultados muito satisfatórios.

Julgamos pois interessante alguma coisa dizer sôbre tais dispositivos que, aliás, já foram também empregados com os mesmos resultados na África do Norte, Indochina, Espanha, Argentina, e c.

Trata-se de aparelhos imaginados pelos «Ateliers Neyret-Beylier & Piccard-Pictet», de Grenoble, que, chamados a estudar alguns problemas especiais de Hidráulica Agrícola, tiveram ocasião de aprofundar a questão particular do equipamento dos canais de rega.

De entre êsses aparelhos, alguns dos quais já hoje construídos em Portugal, apenas nos referimos aqui, sumàriamente, àqueles que desempenham função principal no equipamento das rêdes de irrigação; são êles os «Repartidores de Caudais».

REPARTIDORES DE CAUDAIS

Classificação — Distinguem-se duas categorias principais de aparelhos repartidores:

1 — *Repartidores Proporcionais*

Destinados a dividir a água vinda de montante em proporções determinadas.

2 — *Repartidores de Tomadas*

Destinados a alimentar as tomadas de caudal constante.

1 — Repartidores Proporcionais

Conforme as características dos canais onde deverão ser instalados, assim se constroem aparelhos dêste tipo para canais de fraca ou de grande inclinação; porém estes últimos já hoje são pouco empregados em virtude da actual tendência para a utilização de condutas forçadas nas irrigações de zonas acidentadas, com distribuïção por aparelhos de caudal constante.

Por esta razão apenas faremos aqui alusão aos primeiros.

Descrição e funcionamento

São constituídos, como mostra o esquema da fig. 1, por um sector de descarregador circular *S* prolongando-se para jusante por uma soleira cónica sôbre a qual se desloca um septo móvel em tôrno do eixo do cone.

As formas e disposições especiais adoptadas, realizam uma excelente regularização das velocidades sôbre a soleira e uma repartição homogénea dos filetes líquidos na origem da superfície cónica Daqui resulta que a divisão do caudal feita pelo septo, será rigorosamente proporcional aos desenvolvimentos de crista.

Esta propriedade permite efectuar uma divisão fácil e precisa do caudal, qualquer que seja a altura da lâmina de água.

Em tôda a parte, quando se fala de medicamentos, produtos químicos ou reagentes, a marca E. Merck goza duma reputação inegualável.

E. Merck

DARMSTADT • FÁBRICA DE PRODUTOS QUÍMICOS • DESDE 1827

Baile de despedida

O dêste ano realiza-se

a 6 de Maio próximo.

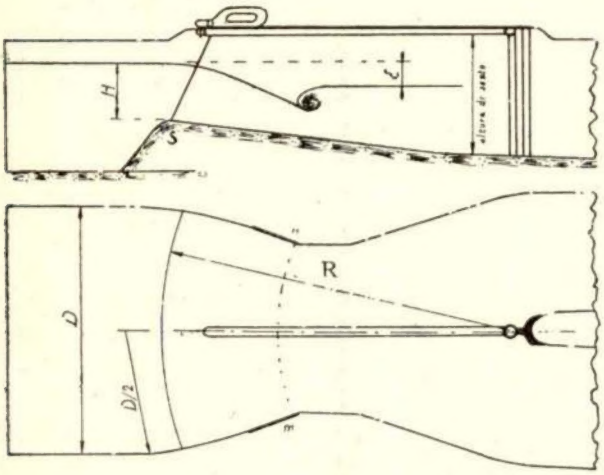
INFORMA:

Telefone: 4 9144

Linha 50

A soleira cónica foi estudada para que a velocidade crítica só seja atingida na região *mn;* desta maneira as condições hidro-dinâmicas de jusante não terão influência alguma sôbre a repartição dos caudais pelo septo.

Numerosos ensaios feitos provam que a perda de carga requerida pelo dispositivo é



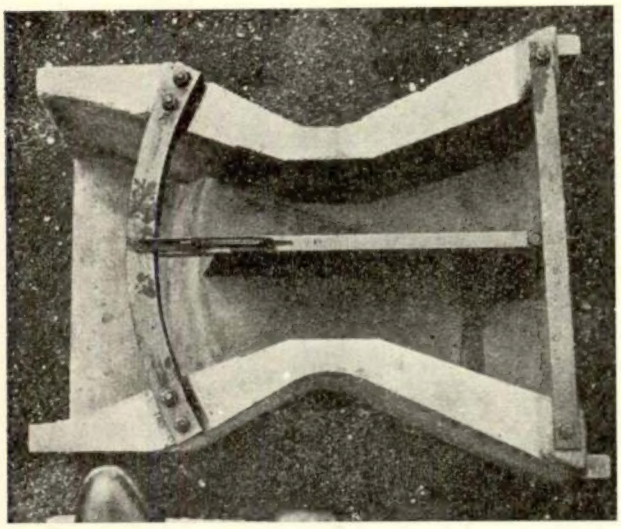


Fig. 1
Fotografia mostando um repartidor proporcional para canais de fraco declive

sempre muitíssimo inferior à carga existente sôbre a crista do descarregador e de restrita importância prática, graças à recuperação de uma grande parte da energia cinética pelo fenómeno do ressalto provocado.

2 — Repartidores de Tomadas

Uma tomada de caudal constante regulável consegue-se à custa da conjugação de dois aparelhos:

A — Uma comporta automática de nível a montante constante ou de nível a jusante constante destinada a alimentar o módulo nas condições necessárias ao seu bom funcionamento.

B — Um módulo de caudal constante comportando várias divisórias de fraccionamento susceptíveis de regular o caudal de forma a obter-se um valor determinado conforme o horário e a natureza de rega.

A — *Comportas Automáticas para níveis constantes*

a) *De nível a montante constante*

Como o nome indica, é um aparelho destinado a manter, nos canais onde o escoamento é tranqüilo, os planos de água a montante constantes, mesmo que o caudal varie desde o seu valor máximo até um valor vizinho de zero.

Descrição e funcionamento

Na sua expressão mais simples, consta de uma alavanca tendo numa das suas extremidades um tabuleiro munido de um flutuador, e na outra — na extremidade de jusante — um contrapêso colocado de modo a reduzir o sistema ao estado de equilíbrio indiferente para um dado nível *N*.

O conjunto, rìgidamente ligado, move-se em tôrno de um eixo que repousa nas bordas do canal — ver esquema da fig. 2.

Uma vez colocado o eixo do sistema à altura do nível de montante, as fôrças que actuam no seu funcionamento são por um lado, a pressão hidrostática sob o flutuador, única fôrça motriz — visto que a pressão actuando normalmente ao tabuleiro, passa pelo centro de rotação — por outro lado, o pêso do conjunto que, materializado no seu centro de gravidade cria, por construção, um binário de sentido contrário.